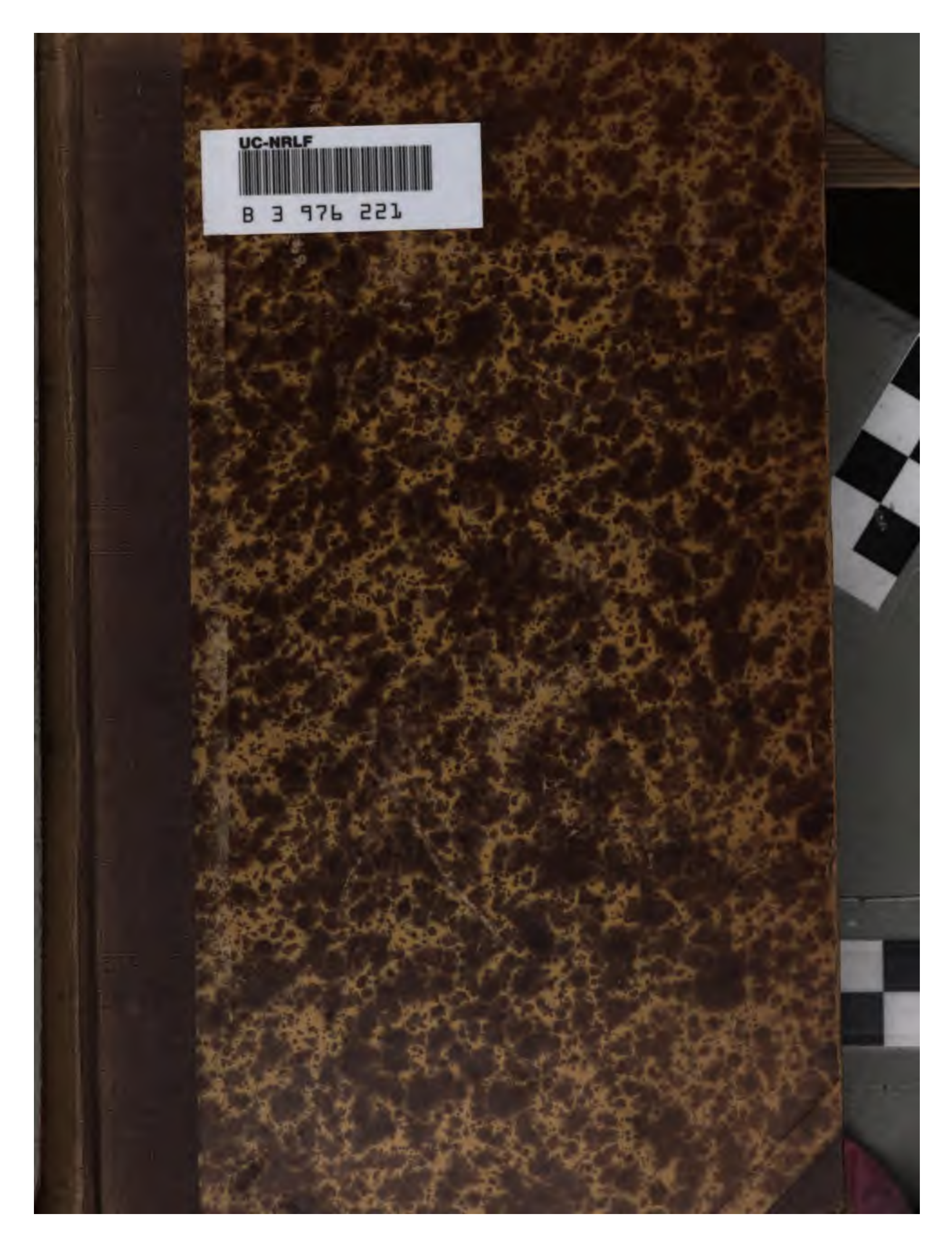
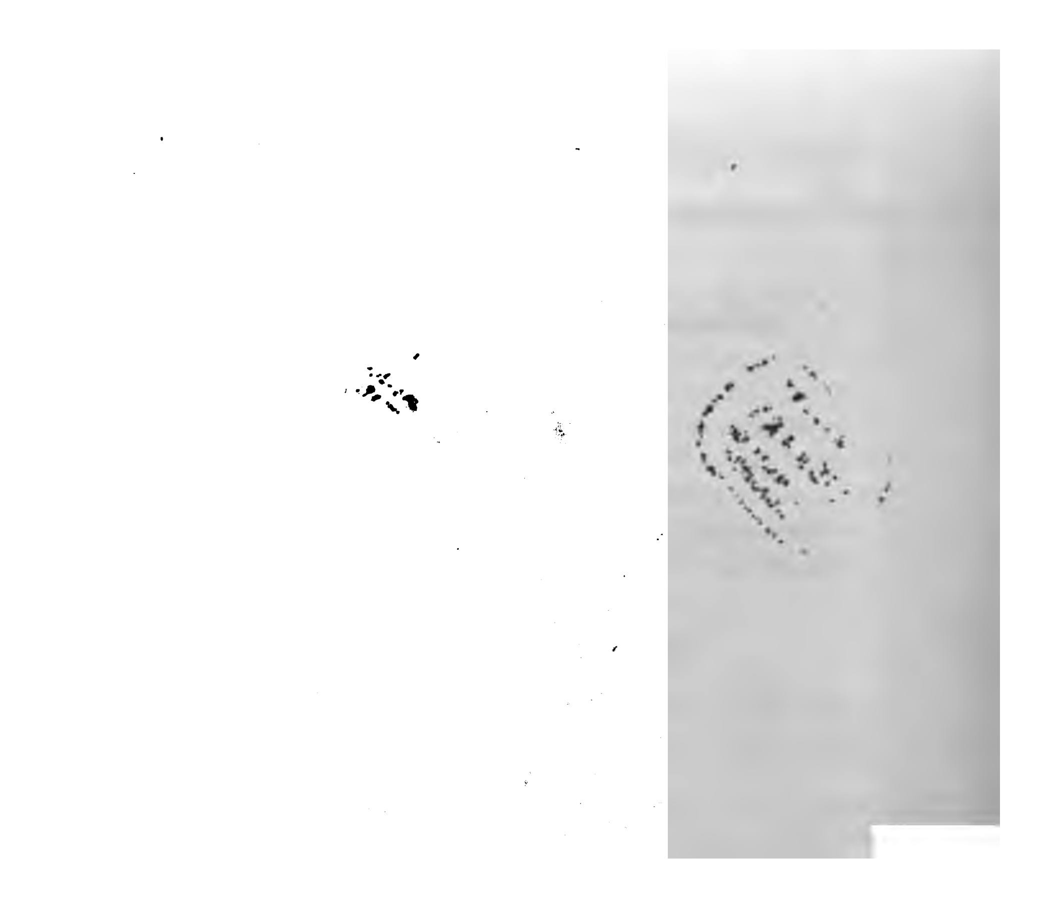


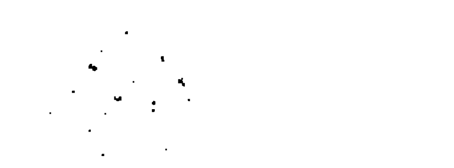


BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA




MATH.-
STAT.
LIBRARY




# Sitzungsberichte

der

## mathematisch-physikalischen Classe

der

## k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.



# Uebersicht
## des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XIV
## Jahrgang 1884.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

*Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 125. Stiftungstages am 28. März 1884.*



*Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1884.*



*Sitzung vom 5. Januar 1884.*



*Sitzung vom 9. Februar 1884.*

---

*Sitzung vom 1. März 1884.*



---

*Sitzung vom 3. Mai 1884.*

## *Sitzung vom 7. Juni 1884.*



## *Sitzung vom 5. Juli 1884.*



## *Sitzung vom 5. Juli 1884.*



## *Sitzung vom 8. November 1884.*

*Sitzung vom 6. Dezember 1884.*

# Sitzungsberichte

der

## mathematisch-physikalischen Classe

der

## k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

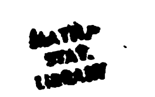
1884. Heft IV.

**München.**
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1885.

**In Commission bei G. Franz.**


BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA


MATH.-
STAT.
LIBRARY



# Sitzungsberichte

der

## mathematisch-physikalischen Classe

der

## k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XIV. Jahrgang 1884.

**München.**
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1885.

In Commission bei G. Franz.

# Uebersicht

## des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XIV Jahrgang 1884.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

### *Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 125. Stiftungstages am 28. März 1884.*



### *Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1884.*



### *Sitzung vom 5. Januar 1884.*



### *Sitzung vom 9. Februar 1884.*

## *Sitzung vom 1. März 1884.*



## *Sitzung vom 3. Mai 1884.*

*Sitzung vom 7. Juni 1884.*



*Sitzung vom 5. Juli 1884.*



*Sitzung vom 5. Juli 1884.*



*Sitzung vom 8. November 1884.*

### *Sitzung vom 6. Dezember 1884.*

# Sitzungsberichte

der

## mathematisch-physikalischen Classe

der

## k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

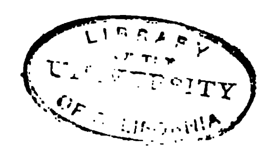
1884. Heft IV.

---

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1885.

In Commission bei G. Franz.





# Sitzungsberichte

der

# königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

---

## Mathematisch-physikalische Classe.

---

Sitzung vom 5. Januar 1884.

---

Herr P. Groth theilt die Resultate einer Untersuchung des Herrn von Kolenko in Strassburg mit:

„Ueber die Pyroëlectricität des Quarzes in Bezug auf sein krystallographisches System.“

Zur Untersuchung der Pyroëlectricität wurde die neue Methode von Herrn A. Kundt benutzt, indem die auf 50—60° erwärmten Quarzkrystalle während des Abkühlens mit einem Gemenge fein gepulverter Mennige und Schwefel bestäubt, und durch das Anhaften des einen oder des anderen Bestandtheiles dieses Pulvers die Art der freien Electricität an den verschiedenen Stellen der Oberfläche des Krystalls erkannt wurde. Es ergab sich, dass alle einfachen Quarzkrystalle regelmässig sechs abwechselnd positive und negative electrische Zonen zeigen, welche genau den Prismenkanten parallel gehen, deren Electricität an diesen Kanten am stärksten ist und sich nach der Mitte der Prismenflächen hin verliert. Electrisch negativ sind diejenigen drei alternirenden Kanten des Prismas, an denen die Flächen der trigonalen Pyramide s, der gewöhnlichen positiven und der selteneren negativen Trapezoëder, d. h. diejenigen Flächen auftreten,

welche den Sinn der Drehung der Polarisationsebene zu bestimmen gestatten. Daraus folgt, dass man mittelst der electrischen Methode auch ohne diese Flächen den optischen Charakter eines Quarzes bestimmen kann, wenn die Lage des Hauptrhomboëders an demselben bekannt ist: erscheinen die electrisch negativen Zonen an dessen rechter Seite, so ist der Krystall rechtsdrehend, im entgegengesetzten Falle linksdrehend.

Die Mehrzahl der Quarze sind bekanntlich Zwillinge, entweder nach dem gewöhnlichen Gesetze, indem zwei gleichartige Krystalle mit einander verwachsen sind, oder nach dem selteneren „brasilianischen", indem ein rechtsdrehender mit einem linksdrehenden zu einem scheinbar einfachen Krystall verbunden ist. In jedem dieser Fälle ist die Vertheilung der electrischen Zonen in den beiden zum Zwilling gehörigen Krystallen die entgegengesetzte, daher ein Zwilling, nach welchem Gesetze er auch verwachsen sei, sofort durch die anomale Vertheilung seiner electrischen Zonen zu erkennen ist, während die optische Methode bekanntlich nur die Erkennung der Zwillinge des zweiten Gesetzes ermöglicht.

Bei den Zwillingen des gewöhnlichen Gesetzes ist, wie die electrische Untersuchung zeigte, häufig die Art der Verwachsung eine so complicirte, dass auf den Prismenflächen eine grosse Anzahl unregelmässig, aber scharf begrenzter Zonen hervortritt, welche immer in paariger Anzahl erscheinen, indem stets einem sich einschiebenden negativ electrischen Flächentheil auch ein neuer positiver entspricht.

Auf Krystallen, welche nach einem Flächenpaar des Prisma tafelartig ausgebildet sind, besonders auf sogenannten „gewundenen", zeigen sich ebenfalls viele abwechselnd entgegengesetzt electrische Zonen, aber derart angeordnet, dass sie der Parallelverwachsung einer Reihe einfacher Krystalle entsprechen.

Zwillinge nach dem zweiten Gesetze sind, wie die electrische Untersuchung zeigte, häufiger, als man bisher glaubte. Dahin gehören die bekannten trüben, scheinbar ganz einfachen Krystalle von Brilon, welche an allen sechs Prismenkanten positive, dazwischen negative Electricität zeigen und wegen der Vertheilung der Rhomboëderflächen nicht Zwillinge des ersten Gesetzes sein können. Die optische Untersuchung erwies sie in der That aus Rechts- und Linksquarz zusammengesetzt. Diejenigen Amethyste, welche aus dünnen Schichten von entgegengesetzter Drehung aufgebaut sind, zeigen in Folge dessen keine deutliche Electricitätsvertheilung; dasselbe gilt für die Quarze von Pzibram, welche eine vielfach unterbrochene Abstumpfung der Prismenkanten zeigen.

Besonders interessante Resultate gaben die Krystalle mit den seltenen Flächen des trigonalen und der ditrigonalen Prismen und der trigonalen, resp. hexagonalen Pyramide $\xi$, welche, wenn man sie als einfache Krystalle betrachtet, dem Gesetze widersprechen, dass an rechtsdrehenden Krystallen nur rechte positive und linke negative Formen, an linksdrehenden nur linke positive und rechte negative auftreten.

Die electrische Untersuchung zeigte nun, dass nicht, wie man annahm, durch eine Zwillingsbildung das Auftreten von trigonalen und ditrigonalen Prismen an denjenigen Kanten des Hauptprisma, an welchen die gewöhnlichen Trapezoëder nicht liegen, hervorgebracht wird, sondern dass die ersteren Formen wirklich den electrisch positiven Zonen des Krystalls angehören. Dagegen sind die betreffenden Krystalle Zwillinge, sobald Formen beider Arten sich an denselben Prismenkanten zeigen. Krystalle mit der hexagonalen Pyramide $\xi$ erwiesen sich ebenfalls als einfach, so dass also drei von deren Flächen als den electrisch positiven, drei den negativen Zonen angehörig zu betrachten sind.

Es müssen demnach ausser den durch die Tetartoëdrie entstehenden vier Arten von Formen, welche sämmtlich den

negativ electrischen Zonen angehören, noch ebenso viele den positiven Zonen angehörige Arten als krystallographisch möglich anerkannt werden, welche sich aber stets, wo sie mit den ersteren auftreten, durch ihre Indices oder durch die Oberflächenbeschaffenheit von denselben unterscheiden. Dabei können die Combinationen des Quarzes ebenso gut durch rhomboëdrische Hemiëdrie und gleichzeitige Hemimorphie nach den Nebenaxen, wie durch trapezoëdrische Tetartoëdrie erklärt werden, da letztere an und für sich schon die Hemimorphie nach den Nebenaxen, welche zugleich die polarelectrischen Axen sind, bedingt. Die letztere Annahme, die allgemeiner adoptirte, ist desshalb vorzuziehen, weil sie zugleich erklärt, warum die entgegengesetzten Pole der hemimorphen Axen gerade alternirend angeordnet sind. Somit erscheint die Hemimorphie hier als ein besonderer Fall der Hemiëdrie, resp. Tetartoëdrie, und nicht principiell davon verschieden.

Die detaillirte Darstellung der Resultate wird im 1. Heft des 9. Bandes der Zeitschrift für Krystallographie publicirt werden.

---

Herr N. Rüdinger legt der Classe im Auftrage Sr. Königl. Hoheit des Prinzen Ludwig Ferdinand von Bayern dessen Werk:

„Zur Anatomie der Zunge, eine vergleichend-anatomische Studie"

zur Aufnahme in die Bibliothek vor und berichtet die Hauptresultate desselben.

---

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Zersetzbarkeit des Jodkalium."

Es ist bekannte Thatsache, dass bei Darstellung des Jodkaliums, durch Abrauchen und Glühen einer mit Jod versetzten Aetzkalilösung, eine zu hohe Temperatur zu vermeiden ist, um einem Verluste an Jodkalium vorzubeugen. Dass Jodkalium in der That bei höherer Temperatur flüchtig ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man ausgewählte Jodkaliumkrystalle in einem Glasrohre schmilzt; es entwickeln sich weisse Dämpfe, welche am kälteren Theile des Rohres als Sublimat sich ansetzen. Von dem Verluste an Jodkalium durch höhere Temperatur habe ich jüngst zufällig ein auffallendes praktisches Beispiel zu beobachten Gelegenheit gehabt. Zum Zwecke der Jodbestimmung wurde in meinem Laboratorium eine grössere Parthie Meerschwämme eingeäschert, jedoch keineswegs bei Weissglühhitze, sondern nur bei länger fortgesetzter Rothgluth. Die Untersuchung der Asche ergab, dass in derselben keine Spur einer Jodverbindung nachweisbar war. Die hierauf sich gründende Vermuthung, dass die zur Einäscherung verwendeten Schwämme überhaupt ausnahmsweise keine Jodverbindungen enthielten, bestätigte sich nicht, indem die im bedeckten Tiegel bereitete Schwammkohle deutlich den Gehalt von Jodverbindungen zeigte, so wie auch die mit concentrirter Schwefelsäure erwärmten

Schwämme Amylonpapier blau färbten. Es mussten also offenbar erst durch die Einäscherung selbst die Jodverbindungen entfernt worden sein. Die Untersuchung der Schwammasche ergab einen ganz ungewöhnlich grossen Kieselsäuregehalt. Hiernach durfte der Gedanke naheliegen, dass durch Einwirkung der Kieselsäure bei höherer Temperatur, analog dem Verhalten der Kieselsäure zu Pottasche oder Glaubersalz, eine theilweise Zersetzung des Jodkalium veranlasst werde. Um diese Annahme experimentell zu erforschen, wurde chemisch reines Jodkalium — ausgebildete Krystalle — mit der vierfachen Menge feingepulverten vorher ausgeglühten Quarzsandes im Platintiegel längere Zeit der Rothgluth ausgesetzt. Die Untersuchung des geglühten Rückstandes ergab in mehreren nahe übereinstimmenden Versuchen einen Verlust an Jod von 48 bis 50 Proc. Es verhält sich hiernach die Kieselsäure zum Jodkalium ähnlich wie zum Salpeter, — ein Verhalten, welches bekanntlich schon zur technischen Werthbestimmung des Salpeters in Vorschlag gebracht worden ist. Ob durch Kieselsäure eine vollständige Zersetzung des Jodkalium, vielleicht bei längerem Behandeln in der Weissglühhitze, herbeigeführt werden könne, darüber müssen in der Folge auszuführende Versuche entscheiden. In den Meerschwämmen ist der Jodgehalt immerhin nur ein sehr geringfügiger und die unverhältnissmässig grosse Menge von Kieselsäure, wie solche in den zum Versuche verwendeten Schwämmen vorhanden, dürfte nach meinem Dafürhalten ausreichend erscheinen zur Erklärung der auffallenden Thatsache, dass in der Asche jodhaltiger Schwämme durchaus keine Jodreaktion wahrgenommen werden konnte.

Ich habe bisher kein Jodkalium im Handel angetroffen, welches nicht schwach alkalisch reagirt hätte. Nebenbei mag bemerkt werden, dass auch bestkrystallisirtes Jodkalium mit Natronlauge erwärmt in den meisten Fällen Ammonia' entwickelt. Die ursprüngliche Alkalinität des Jodkaliu

nimmt bedeutend zu durch Glühen desselben im Platintiegel, wie ich mich wiederholt durch Titrirversuche zu überzeugen Gelegenheit hatte. Diese Alkalinitätszunahme durch Glühen liess vermuthen, dass schon beim einfachen Glühen des Jodkalium ohne Kieselsäurezusatz eine theilweise Zersetzung stattfinde. Der direkte Versuch bestätigte diess vollkommen. Durch starkes Erhitzen von Krystallen chemisch reinen Jodkaliums in einer Proberöhre wird die Blaufärbung eines an die Mündung des Rohres gehaltenen feuchten Amylonpapieres bewirkt. Hält man über Jodkalium, im Platintiegel schmelzend, einen mit Amylonkleister befeuchteten Glasstab, so tritt deutlich Jodreaktion ein. Nach längerem Glühen lässt sich indess die Reaktion nicht mehr wahrnehmen; es scheint somit die Zersetzung nur eine partielle zu sein, wenn man nicht annehmen will, dass auch im scheinbar vollkommen chemisch reinen Jodkalium doch noch andere leichter zersetzbare Jodmetalle vorhanden sind, worüber mir übrigens bis jetzt Erfahrungen fehlen. So viel steht fest, dass in höherer Temperatur Jodkalium nicht nur flüchtig, sondern auch theilweise zersetzbar ist, eine Thatsache, worüber mir bisher keine Angaben bekannt geworden. Eine frühere Mittheilung (Schindler) über die Eigenschaften des Jodkalium erwähnt ausdrücklich: „Schmelzendes Jodkalium verdampft in der Rothglühhitze u n z e r s e t z t an der freien Luft, in einer Glasröhre erst beim Erweichungspunkt derselben. Man glüht die zur Trockne abgerauchte Salzmasse (Jod in Aetzkalilauge gelöst) gelinde, bis sie ruhig fliesst. Das Glühen muss zwar hinreichend lang fortgesetzt, aber die Hitze nur bis zur kirschrothen, nicht zur hellrothen Gluth gesteigert werden, sonst verflüchtigt sich Jodkalium." Es ist also von einer Zersetzbarkeit des Jodkalium in höherer Temperatur keine Rede.

Bekanntlich muss die Salpetersäure, welche man zur Zersetzung der Jodmetalle anwendet, um die blaue Amylon-

reaktion hervorzubringen, salpetrige Säure enthalten. Ich habe es vortheilhaft gefunden, der dünnen Kleisterlösung etwas salpetrigsaures Kalium von vorneherein zuzusetzen. Diess gewährt den Vorzug, dass auch mit verdünnten Säuren, sogar mit verdünnter Essigsäure, die Amylonjodreaktion hervorgebracht werden kann. Die mit salpetrigsaurem Kalium versetzte Kleisterlösung scheint sich nach bisheriger Beobachtung besser zu halten, als eine Kleisterlösung ohne diesen Zusatz.

Ueber die Natur der in den Meerschwämmen enthaltenen Jodverbindungen habe ich schon vor längerer Zeit Bericht zu erstatten Gelegenheit genommen (Gelehrte Anzeigen, Nr. 158 S. 219). Einige jener Versuche sind jüngst in meinem Laboratorium wiederholt und ergänzt worden. Es musste stets auffallend erscheinen, dass der Nachweis des Jodes im nicht verkohlten Schwamme durch Salpetersäure und Amylon direkt niemals gelingt. Um den Jodgehalt der Schwämme in frischem Zustande direkt z. B. in Vorlesungen nachzuweisen, bleibt kein anderes Verfahren übrig, will man den umständlichen Weg der Verkohlung und das Auslaugen des Kohlenrückstandes vermeiden, als Schwammfragmente mit concentrirter Schwefelsäure im Proberohre zu erhitzen, wobei violette Dämpfe auftreten, vorausgesetzt, dass die Schwämme nicht zu arm an Jod sind, jedenfalls aber zeigt ein mit Amylonkleister und Natronlauge befeuchteter Glasstab in das Proberohr gehalten deutlich blaue Färbung. Die Alkalinität des Amylonkleisters in diesem Falle ist desshalb nöthig, um die Zerstörung des Amylons durch heisse verdampfende Schwefelsäure zu verhindern, wodurch die Reaktion aufgehoben würde.

Aus weit früheren Versuchen [1]) geht schon hervor, dass der Verkohlungsprozess des Schwammes ein bedeutend wirk-

---

1) Preuss, Archiv der Pharmacie IX, 134.

sameres Präparat hervorbringt, insoweit die medicinische Wirksamkeit des Badeschwammes überhaupt auf dessen Jodgehalt beruht. Diess hängt nach meinen wiederholten Versuchen hauptsächlich damit zusammen, dass der Jodgehalt der Schwämme nur zum geringsten Theile in Jodmetallen besteht. Die bei weitem grössere Menge des in den Schwämmen enthaltenen Jodes stellt sich dar als eine in Wasser nahezu unlösliche organische Jodverbindung, bis jetzt noch nicht näher untersucht, welche erst durch Verkohlen oder Einäschern bei nicht zu hoher Temperatur in Jodmetall übergeht. Digerirt man Schwammfragmente mit Salpetersäure, so findet man in dem hierauf verkohlten Rückstande kaum wahrnehmbare Spuren von Jodmetallen. Diess scheint anzudeuten, dass das ursprünglich im Schwamme enthaltene, mit organischer Substanz verbundene Jod erst durch den Vorgang des Verkohlens sich mit den im Schwamme vorhandenen Salzbasen zu Jodmetallen vereinigt. Sind diese Salzbasen vorher durch Digestion mit Säuren entfernt, so verflüchtigt sich das von der organischen Substanz durch Verkohlung befreite Jod.[1]) —

Die organische Schwammsubstanz zeigt ein eigenthümliches Verhalten zu Alkalien. Kocht man Schwammfragmente mit concentrirter Kalilauge, so entsteht eine hochrothe Lösung, welche durch Zusatz von Säuren entfärbt wird. Auffallender Weise konnte in dieser sauren Lösung die Jodreaktion nicht wahrgenommen werden. Durch Brom wird der gelbbräunliche Farbstoff der organischen Schwammsubstanz zerstört; es dürfte daher eine wässrige Bromlösung zum Bleichen der Schwämme geeignet erscheinen. 1 Theil Brom löst sich bekanntlich in ungefähr 30 Theilen Wasser, man kann sich daher durch Schütteln von einigen Tropfen Brom in einer Flasche mit Wasser in sehr einfacher Weise

---

1) A. a. O.

concentrirtes Bromwasser darstellen. Bringt man nun in Bromwasser Schwämme — es wurden vorzugsweise sehr dunkel gefärbte gewählt — so bemerkt man schon nach einigen Stunden eine Veränderung der braunen Farbe des Schwammes in's Hellere, gleichzeitig geht die Färbung des Bromwassers vom Dunkelrothen in's Hellgelbe über. Durch eine zweite Behandlung mit erneuertem Bromwasser gelingt es, dem Schwamme nach mehreren Tagen die gewünschte helle Farbe zu verleihen, welche durch Einlegen des Schwammes in verdünnte Schwefelsäure und darauffolgendes Auswaschen mit kaltem Wasser noch wesentlich verbessert wird. Die Consistenz und Struktur des Schwammes erscheint durch das Bleichen mit Brom keineswegs geändert, sowie auch diese Art des Bleichens auf Dauerhaftigkeit des Schwammes keinen Einfluss ausübt.

---

Sitzung vom 9. Februar 1884.

---

Herr von Pettenkofer trägt vor:

„Verhalten der schwefligen Säure zu Blut.“
Nach Versuchen von Dr. Ogata.

Durch die giftigen Wirkungen der schwefligen Säure auf den thierischen Organismus veranlasst hat Dr. Ogata das Verhalten dieses Gases bei verschiedener Concentration desselben auch ausserhalb des Organismus gegenüber dem Blute untersucht. Die giftigen Wirkungen der freien $SO_2$ erklären sich hauptsächlich aus der raschen Zerstörung des Oxyhämoglobins, wobei die schweflige Säure ($SO_2$) sofort auf Kosten des Sauerstoffes der Blutkörperchen in Schwefelsäure ($SO_3$) übergeführt wird. Ogata hat dieses Verhalten durch mehrere sehr überzeugende Experimente ermittelt.

Er leitete Luft, welche eine bestimmte Menge schweflige Säure enthielt, durch gleichgrosse Mengen destillirten Wassers und verdünnten Blutes. Nachdem 2 Liter Luft durch Wasser gegangen waren, roch sie stark nach $SO_2$, die durch Blut geleitete Luft hingegen war ganz geruchlos, und blieb auch geruchlos, nachdem 8 Liter durchgegangen waren.

Das Wasser zeigte nach Beendigung des Versuches eine grosse Menge $SO_2$ absorbirt, das Blut keine Spur davon, aber eine entsprechend grosse Menge Schwefelsäure.

Von einer mit schwefligsaurem Gas zu gleichen Theilen gemischten Luft wurden 40 ccm in eine mit Quecksilber gefüllte Eudiometerröhre gebracht und dann 4 ccm unverdünntes Blut zugelassen. Das Luftvolumen verringerte sich in kürzester Zeit auf 20 ccm, und die übrig bleibende Luft hatte jeden Geruch nach schwefliger Säure verloren, was bekanntlich das Wasser im Blute nicht bewirken kann.

Von diesem Blute wurde zur spektroskopischen Untersuchung 1 Tropfen in 10 ccm Wasser gebracht. Die Flüssigkeit wurde nicht roth, sondern schwach gelblich und zeigte im Spektralapparate keine Absorptionsstreifen mehr.

Die momentane Entfärbung verdünnten Blutes durch Spuren von $SO_2$ hat Ogata sogar zum Nachweis von $SO_2$ versucht, und gelang es ihm, damit noch $^1/_{100}$ mg $SO_2$ im Wasser nachzuweisen.

Das Blut der Thiere, welche in $SO_2$ haltiger Luft zu Grunde gegangen waren, spektroskopisch untersucht zeigte immer verwaschene, undeutliche Absorptionsstreifen.

Schwefligsaure Salze, z. B. Lösungen von schwefligsaurem Natron, entfärben Blut nicht, selbst nicht, wenn etwas Essigsäure oder Kohlensäure zugesetzt wird, erst wenn Schwefelsäure oder eine andere stärkere Mineralsäure dazu gesetzt wird, tritt die Entfärbung ein.

Soweit das Blut kohlensaures Natron enthält, mit dem sich $SO_2$ verbinden kann, kann selbst im Blute eine geringe Menge $SO_2$ nachweisbar sein. Ogata hat dieses auch im Blute der durch $SO_2$ getödteten Thier nachgewiesen, indem er solches Blut in einem Kolben mit Schwefelsäure mengte, und mittelst eines Aspirators Luft durch das Blut, und diese dann in eine sehr verdünnte Blutlösung führte, welche dadurch entfärbt wurde.

Nach den Versuchen von Ogata scheint die $SO_2$ auf den Organismus schädlich in zweierlei Richtung zu wirken, 1. als örtlicher direkter Reiz auf die Schleimhäute der Re-

spirationswege und der Augen (constante Trübung der cornea); 2. durch Zerstörung des Oxyhämoglobins im Blute. Die eigentliche Todesursache scheint nicht der örtliche Reiz, sondern die Wirkung auf das Blut zu sein, nachdem Ogata bei seinen Versuchen mit Fröschen gezeigt hat, dass das Leben der Muskeln und Nerven durch ein Blut, welches $SO_2$ aufgenommen hat, sehr herabgesetzt wird. Hiemit stimmen auch die ärztlichen Erfahrungen bei Menschen, welche länger und wiederholt $SO_2$ haltige Luft athmen, ohne sofort dann zu sterben.

Man hat die schweflige Säure jedenfalls als ein intensives Blutgift zu betrachten, das schon in sehr geringer Menge (0,3 Prozent) in der Luft vorhanden im Laufe mehrerer Stunden eingeathmet Thiere tödtet.

Ausführlich wird diese Arbeit im Archiv für Hygiene erscheinen.

Herr Wilhelm von Bezold theilt mit:

„Untersuchungen über dielektrische Ladung und Leitung."

## I.

## Die Theorie des Elektrophors unter Berücksichtigung der Dielektricitätskonstante des Kuchens.

In den Jahren 1870 und 1871 habe ich Untersuchungen veröffentlicht[1]), welche die Wirkungsweise des Elektrophors zum Gegenstande hatten und zwar sowohl vom experimentellen als vom theoretischen Standpunkte aus.

Was die experimentelle Seite dieser Untersuchungen betrifft, so dürfte sie auch heute noch als einwurfsfrei zu betrachten und nur die Deutung einiger Versuche etwas zu modificiren sein. Dagegen leidet der theoretische Theil an einem Mangel, dessen Beseitigung ich für nothwendig halte, wenn auch die Endresultate dadurch qualitativ nicht geändert werden.[2])

Bei meinen früheren Arbeiten auf diesem Gebiete befand ich mich nämlich stets in jenem eigenthümlichen Zwiespalte zwischen Faraday's Anschauungen über die sogenannte elektrische Fernwirkung und den bei den Mathe-

---

1) Sitzungsber. 1870, II, S. 134—153 und 1871, I, S. 18—28, ausführlicher in Pggdff. Ann. Bd. CXLIII S. 52—87. Die letzterwähnte Abhandlung, von welcher ich keine Correctur zu lesen bekam, ist übrigens voll von Druckfehlern.

2) Soferne es sich nur um letzteren handelt, ist dieser Mangel bereits von James Moser beseitigt worden. (Wien. Ber. f. 1881 Bd. CXXXIII. 2. S. 955 ff.)

matikern gebräuchlichen Vorstellungen, von welcher Maxwell in der Vorrede zu seinem Treatise so trefflich sagt, dass es den Anschein hatte, als stünden beide mit einander in Widerspruch, so dass keiner von der Sprache des andern befriedigt war.

Indem ich mich hinsichtlich der Theorie der Condensatoren wesentlich auf dem von Green geschaffenen und dann von Beer und anderen festgehaltenen Boden bewegte, verfiel ich in den all' diesen Untersuchungen gemeinsamen Fehler der Unterschätzung der Rolle, welche die Isolatoren spielen. Ich glaubte, die ganze dielektrische Ladung und Leitung mit der Rückstandsbildung zusammenwerfen und als blosse Functionen der Zeit ansehen zu dürfen, denen man nur eine beschränkte Bedeutung beizumessen habe. Es schien mir deshalb vollkommen berechtigt, alle derartigen Fragen so zu behandeln, als habe man es nur mit Luft zu thun, und die Abänderungen, welche man bei Anwendung anderer Isolatoren an den Formeln anzubringen hat, als blosse Correctionsglieder zu betrachten.

Seitdem besonders durch die Arbeiten Sir William Thomson's und Maxwell's der obenerwähnte scheinbare Widerspruch zwischen den Anschauungen der Mathematiker und jenen Faraday's gehoben ist, muss natürlich die ebenbezeichnete Auffassung fallen, und wurde dies für mich die Veranlassung, meine älteren Untersuchungen auf diesem Gebiete wieder aufzunehmen und sie mit den neuen Anschauungen in Einklang zu bringen.

Dabei mag übrigens gleich hier die Bemerkung Platz finden, dass die an den Formeln anzubringenden Abänderungen thatsächlich in gewisser Hinsicht den Charakter von Correctionen an sich tragen, indem man eben damals nur jene Elektricitätsmengen in Betracht zog, welche man jetzt als der „scheinbaren Elektrisirung“ zukommend bezeichnet.

Den Ausgangspunkt für die Umgestaltung der angedeuteten theoretischen Untersuchungen muss die Formel bilden, welche die Dichtigkeit der freien Elektricität in einer Fläche, beziehungsweise an der Grenzfläche zweier Medien giebt.

Diese Formel lautet unter der Annahme, dass sich Luft auf beiden Seiten der Fläche befindet

$$\frac{dV_2}{d\nu} - \frac{dV_1}{d\nu} = -4\pi\varrho' \qquad \text{(I}$$

und dies ist eben die Form, welche man früher bei theoretischen Untersuchungen ausschliesslich zu Grunde legte.

Befinden sich auf beiden Seiten der Fläche Dielektrica mit den Dielektricitätsconstanten $K_1$ und $K_2$, so gilt statt dessen die Formel

$$K_2 \frac{dV_2}{d\nu} - K_1 \frac{dV_1}{d\nu} = -4\pi\varrho \qquad \text{(II}$$

Hier ist unter $V_1$ der Werth der Potentialfunction im ersten, unter $V_2$ jener im zweiten Medium verstanden, $d\nu$ das Element der Normalen im Sinne des Uebergangs vom ersten nach dem zweiten Medium, $\varrho'$ und $\varrho$ die Dichtigkeit der Elektricität auf der Fläche. Dabei gebe ich jetzt im Gegensatze zu meiner früheren Gewohnheit der Potenialfunction positiver Massen auch das positive Vorzeichen, um die Formeln mit den von Sir William Thomson und Maxwell gebrauchten in vollkommenen Einklang zu bringen[1]). Die Kraft, welche alsdann im Sinne der X Axe an irgend einer Stelle auf die dort concentrirt gedachte Einheit positiver Elektricität ausgeübt wird[2]), ist alsdann

$$X = -\frac{dV}{dx}.$$

1) Nur für die Flächendichtigkeit habe ich die Bezeichnung $\varrho$ beibehalten anstatt $\sigma$, um die Endresultate dieser Untersuchung mit jenen meiner älteren Abhandlung vergleichbar zu erhalten.

2) Maxwell. Treatise I. S. 73 und 74.

Dabei wurde im ersten Falle der Index zugefügt, weil man die erste Formel auch auf den zweiten Fall anwenden kann, wenn man nur unter $\varrho'$ die sogenannte scheinbare oder wie ich sie lieber nennen möchte „ideale" Dichtigkeit versteht, d. h. die Dichtigkeit jener Elektricitätsmengen, die man sich auf der Fläche vertheilt denken müsste, wenn man auf beiden Seiten derselben Luft als Isolator hätte und wenn trotzdem der Verlauf der Potentialfunction allenthalben derselbe bleiben sollte, wie er es bei Vorhandensein der Dielektrica thatsächlich ist.

Gerade der Umstand, dass sich in allen Fällen, wo man es ganz oder theilweise mit anderen dielektrischen Medien zu thun hat als mit Luft, doch jederzeit derselbe Verlauf der Potentialfunction im ganzen Raume erzielen lässt, auch unter der Annahme, dass diese Medien sämmtlich die Dielektricitätskonstante 1 besässen, wenn man sich statt der effectiv vorhandenen Mengen freier Elektricität andere gegeben denkt, bildete wohl den Hauptgrund dafür, dass man besonders in Deutschland die Rolle, welche die Dielektrica spielen, so lange verkennen konnte.

Bevor nun die Formel II auf das Problem des Elektrophors angewendet wird, mag eine kleine Bemerkung über die graphische Darstellung dieser Formeln vorausgeschickt werden.

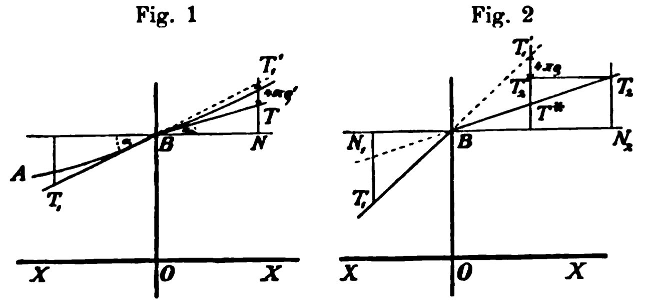
Untersucht man den Verlauf der Potentialfunction auf irgend einer die elektrisirte Fläche senkrecht durchsetzenden Linie, am einfachsten auf einer Geraden — eine krumme Linie könnte man sich übrigens auch zum Zwecke der Darstellung gerade ausgestreckt denken — so kann man diese Linie als Abscissenaxe in einem rechtwinkligen Coordinatensysteme wählen und nun für jeden Punkt derselben den Werth der Potentialfunction als Ordinate auftragen.

Man kommt so zu der nämlichen Darstellungsweise, welche man in der Lehre vom galvanische Strome schon

längst allgemein benutzt, und der Ausdruck $\frac{dV}{d\nu}$ ist alsdann nichts anderes, als das sogenannte Gefälle.

Dieses Gefälle wird im Allgemeinen beim Durchgange durch eine elektrisirte Fläche, oder durch die Grenzfläche zweier Medien eine plötzliche Aenderung erfahren und demnach die Curve, deren Ordinaten den Werth der Potentialfunction darstellen, an dieser Stelle eine Brechung erleiden.

Fig. 1 Fig. 2




Gesetzt, es sei O (Fig. 1) der Punkt, in welchem die Gerade XX eine solche Fläche schneidet, ABC[1]) die Curve, welche den Verlauf der Potentialfunction darstellt, so ist im Punkte O

$$\frac{dV_1}{d\nu} = \operatorname{tg}\alpha_1 \quad \text{und} \quad \frac{dV_2}{d\nu} = \operatorname{tg}\alpha_2,$$

wenn $\alpha_1$ und $\alpha_2$ die Winkel sind, welche die in B an die Curve gelegten Tangenten mit der Abscissenaxe bilden.

Trägt man nun auf einer durch B gelegten Horizontalen eine beliebige Länge BN, die als Längeneinheit gelten soll, ab und zieht man durch den Endpunkt N derselben eine Parallele zur Ordinatenaxe, so sieht man sofort, dass man nur die Gerade $T_1$ B bis $T_1'$ zu verlängern hat, um durch die Länge von $T_1' T_2$ den Werth von $4\pi\varrho'$ zu versinnlichen.

Diese Länge giebt mithin in allen Fällen, wo $K_1 = K_2 = 1$ ist, d. h. wo sich auf beiden Seiten der elektrisirten

1) Durch Versehen ist C aus der Figur weggeblieben; es sollte oberhalb $\varrho'$ stehen.

Fläche Luft befindet, ein Maass für die wirkliche (effective) Dichtigkeit der in dem betreffenden Punkte befindlichen Elektricität, in allen anderen Fällen nur für die scheinbare oder „ideale“.

Gesetzt nun, die Medien zu beiden Seiten der Fläche besässen verschiedene Dielektricitätsconstanten $K_1$ und $K_2$, so hat man an dieser Construction nur eine kleine Modification anzubringen. Trägt man nämlich auf NN (Fig. 2) Längen ab, von denen die eine $BN_1 = K_1$, die andere $BN_2 = K_2$ ist und errichtet man nun in $N_1$ und $N_2$ wieder die Senkrechten, so ist

$$K_2 \operatorname{tg} \alpha_2 - K_1 \operatorname{tg} \alpha_1 = -4 \pi \varrho$$

und mithin auch

$$T_2 N_2 - T_1 N_1 = -4 \pi \varrho$$

oder

$$T_1 N_1 - T_2 N_2 = 4 \pi \varrho$$

oder endlich, wenn man $T_1 N_1$ auf die rechte Seite der Figur überträgt

$$T_1' T_2' = 4 \pi \varrho.$$

Diese Linie $T_1' T_2'$ giebt nun in allen Fällen ein Maass für die wirkliche Elektrisirung der betrachteten Fläche in dem Punkte O, d. h. für die Dichtigkeit der in diesem Punkte vorhandenen Elektricität, beziehungsweise für das Product aus dieser Dichtigkeit in $4\pi$.

Betrachtet man die Figuren 1 und 2 etwas genauer, so sieht man, dass in Fällen, wo sich zu beiden Seiten der elektrisirten Fläche dasselbe Dielektricum befindet, die den Verlauf der Potentialfunction darstellende Curve eine Knickung oder Brechung erfährt, während bei verschiedener Dielektricitätskonstante der zu beiden Seiten liegenden Medien sehr wohl eine solche Brechung vorhanden sein kann, ohne dass deshalb die Fläche thatsächlich elektrisirt ist. Diesen Fall hat man vor sich, sowie in Fig. 2 $T_1'$ mit $T_2'$ zu-

sammenfällt. Umgekehrt entspricht stetiger Verlauf des Gefälles durch eine solche Fläche hindurch jederzeit einer ganz bestimmten Elektrisirung der Fläche. Denkt man sich z. B. die Linie, welche den Verlauf der Potentialfunction darstellt, als die ungebrochen verlängerte Linie $BT_2$, so würde $T_1'$ nach $T^*$ fallen und $T_2'T^*$ die effective (in diesem Falle negative) Elektrisirung repräsentiren.

Dies ist nichts anderes als der graphische Ausdruck des Satzes, dass an der Grenzfläche zweier verschiedener Dielektrica eine effective Elektrisirung vorhanden ist, wenn die scheinbare null ist, und dass umgekehrt eine scheinbare Elektrisirung vorhanden ist, wenn die effective gleich null ist.

Ist die „effektive" Elektrisirung der Trennungsfläche gleich null, d. h. $\varrho = 0$, so gilt die Gleichung

$$K_1 \operatorname{tg} \alpha_1 - K_2 \operatorname{tg} \alpha_2 = 0$$

oder

$$K_1 \operatorname{tg} \alpha_1 = K_2 \operatorname{tg} \alpha_2 .$$

Die Brechung der Curven, deren Ordinaten den Verlauf der Potentialfunction darstellen, erfolgt demnach an der Trennungsfläche zweier Dielektrica nach einem Gesetze, das jenem ganz ähnlich ist, welches die Brechung der Kraftlinien an dieser Fläche ausdrückt, mit dem einzigen Unterschiede, dass im letzteren Falle die reciproken Werthe der Constanten zu benützen sind.

Das Gesetz für die Brechung der Kraftlinien lautet nämlich

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{K_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_2}{K_2} .$$ [1]

Ich habe mich bei diesen Entwickelungen stets des Wortes „scheinbare" Elektrisirung bedient und zwar in dem von Sir William Thomson und Maxwell definirten Sinne. Ich kann mich jedoch der Anschauung nicht er-

1) Vgl. Stzb. 1883. S. 456.

wehren, dass der Ausdruck „scheinbare" Elektrisirung nicht sehr glücklich gewählt sei. Er leitet sich offenbar von dem Umstande her, dass verschiedene Versuche auf einer Oberfläche scheinbar das Vorhandensein von Elektricität andeuten können, ohne dass sich daselbst thatsächlich welche befindet, sondern nur in Folge von Fernwirkung (Influenzwirkung). Solche Versuche lassen sich mit Hilfe einer Flamme, mit der abgeleiteten Probescheibe oder auch mit dem Gemische aus Schwefel und Mennige mit zahlreichen Abänderungen ausführen.

Die durch diese Versuche zu Tage tretende scheinbare Elektrisirung deckt sich jedoch nicht ganz mit der oben gegebenen Definition.

Gesetzt z. B. es sei

$$\frac{dV_2}{d\nu} - \frac{dV_1}{d\nu} = 0,$$

ohne dass deshalb die Differentialquotienten selbst $= 0$ sind, so wäre nach dieser Definition die scheinbare Elektrisirung $= 0$, und doch würde sich die Fläche für den Fall, dass

$$\frac{dV_1}{d\nu} = \frac{dV_2}{d\nu} > 0,$$

bei Bestreuen mit dem Pulvergemische mit Schwefel bedecken, oder beim Ueberfahren mit der Flamme negative Elektricität aufnehmen.

Nun könnte man freilich einwenden, in einem solchen Falle muss aber dann eine effective Elektrisirung vorhanden sein, und eben diese verräth sich hiedurch. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn das Dielektricum auf beiden Seiten der Fläche eine verschiedene Constante besitzt. Gäbe es ein starres Dielektricum mit der Dielektricitätsconstante 1 und befände sich dieses in einem elektrischen Felde, so könnte sehr wohl „scheinbare" und „effective" Elektrisirung $= 0$ sein und

seine Oberflächen würden sich trotz dem Bestäuben mit Schwefel oder Mennige bedecken, beim Ueberfahren mit einer Flamme sich elektrisiren und bei Untersuchung mit der abgeleiteten Probescheibe eine elektroscopische Anzeige liefern.

Hat man dagegen einen zur Erde abgeleiteten Conductor im elektrischen Felde, so ist er sowohl effectiv, als auch nach der obengegebenen Definition „scheinbar" elektrisirt und doch wird durch Bestreichen mit einer Flamme in diesem Falle an seiner Elektrisirung gar nichts geändert und nicht, wie **Maxwell** sagt[1], die scheinbare Elektrisirung nun in effective mit entgegengesetztem Vorzeichen verwandelt.

Die obenerwähnten Versuche, welche zur Benützung des Wortes „scheinbare" Elektrisirung führten, geben eben sämmtlich nur über Richtung und Grösse der auf der einen Seite der Fläche wirkenden Kraft Aufschluss und über nichts weiter.

Ich möchte deshalb vorschlagen, analog den Worten physisches und ideales Pendel die Bezeichnung „scheinbare" Elektrisirung durch „ideale" Elektrisirung zu ersetzen und dieselbe, abgesehen von ihrer Definition durch die Formel, folgendermassen zu charakterisiren: „In einem Systeme von Leitern und Nichtleitern kann man in einem gegebenen Augenblicke[2]) die letzteren immer durch Dielektrica von der Dielektricitätsconstante 1 ersetzt denken, wenn man dafür an die Stelle der effectiv vorhandenen Elektrisirung eine andere gesetzt denkt, welche man die „ideale" nennt.

Dies vorausgeschickt, soll nun die Theorie des Elektrophors selbst entwickelt werden, und dabei immer wieder auf die Versuche zurückgegriffen werden, welche ich in den oben angegebenen Abhandlungen beschrieben habe.

1) Treatise I. [illegible]

2) d. h. also unter Ausschluss jener Vorgänge, welche Functionen der Zeit sind.

Ich nehme zu diesem Zwecke an, es seien eine Anzahl parallele auf der X Axe senkrechte Ebenen gegeben, deren Ausdehnung im Verhältnisse zu ihren Entfernungen so gross sei, dass die Dichtigkeit auf jeder derselben als constant, d. h. dass die Ebenen selbst als unendlich gross betrachtet werden können.

Diese Ebenen sollen der Reihe nach durch $S_1$, $S_2$, $S_3$ u. s. w. bezeichnet werden, die Werthe der Potentialfunction auf denselben durch $V_1$, $V_2$, $V_3$ u. s. w. die entsprechenden Dichtigkeiten durch $\varrho_1$, $\varrho_2$, $\varrho_3$ . . . . . Dagegen sollen die Entfernungen $S_1 S_2$ durch $\delta'$, $S_2 S_3$ durch $\delta''$ . . ., die den Schichten mit den Dicken $\delta'$, $\delta''$ . . . . entsprechenden Werthe der Dielektricitätsconstanten durch $K'$, $K''$ . . . ., jene der Potentialfunction durch $V'$, $V''$ . . ., jene der Differentialquotienten $\frac{dV}{dx}$ aber durch $-X$, beziehungsweise durch $-X'$, $-X''$ u. s. w. dargestellt werden. Der Ursprung der Coordinaten liege in $S_1$.

Bei dieser Bezeichnungsweise gelten nun die folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} V' &= V_1 - xX' \\ V'' &= V_2 - (x - \delta')X'' \\ V''' &= V_3 - (x - \delta' - \delta'')X''' \\ &\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{1}$$

Unter der Annahme, dass $V_1 = 0$ und links von $S_1$ keinerlei Elektricitätsmengen mehr vorhanden seien, ist $X$ für $x < 0$ allenthalben $= 0$ und man hat

$$\begin{aligned} 4\pi\varrho_1 &= K'X' \\ 4\pi\varrho_2 &= K''X'' - K'X' \\ 4\pi\varrho_3 &= K'''X''' - K''X'' \\ &\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{2}$$

oder

$$\begin{aligned} K'X' &= 4\pi\varrho_1 \\ K''X'' &= 4\pi(\varrho_1 + \varrho_2) \\ K'''X''' &= 4\pi(\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho_3) \\ &\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{3}$$

und

$$
\begin{aligned}
V_1 &= 0 \\
V_2 &= -\frac{4\pi\varrho_1}{K'}\delta' \\
V_3 &= -\frac{4\pi\varrho_1}{K'}\delta' - \frac{4\pi(\varrho_1+\varrho_2)}{K''}\delta'' \\
V_4 &= -\frac{4\pi\varrho_1}{K'}\delta' - \frac{4\pi(\varrho_1+\varrho_2)}{K''}\delta'' - \frac{4\pi(\varrho_1+\varrho_2+\varrho_3)}{K'''}\delta'''
\end{aligned}
\tag{4}
$$

. . . . . . . . . . . . .

Nimmt man nun an, $S_1$ sei die Bodenplatte eines Elektrophors, $S_2$ die auf ihr aufliegende oder kurzweg die nicht geriebene Seite des Kuchens, $S_3$ die geriebene Seite desselben, $S_4$ der Schild, dann treten in den Formeln die folgenden Vereinfachungen ein:

$K'$ und $K'''$ werden beide $= 1$, da sich zwischen Bodenplatte und Kuchen, sowie zwischen Kuchen und Schild im Allgemeinen nur Luft als Isolator befindet. Ferner wird $X'''' = 0$, da das Medium rechts von $S_4$ alsdann Leiter ist.[1])

Die Formeln nehmen demnach die folgenden Gestalten an:

$$
\begin{aligned}
X' &= 4\pi\varrho_1 \\
X'' &= \frac{4\pi(\varrho_1+\varrho_2)}{K''} \\
X''' &= 4\pi(\varrho_1+\varrho_2+\varrho_3) \\
0 &= 4\pi(\varrho_1+\varrho_2+\varrho_3+\varrho_4)
\end{aligned}
\tag{5}
$$

---

1) Freilich hätte man eigentlich noch eine fünfte Fläche, nämlich die obere Seite des Schildes, in Betracht zu ziehen, doch ist die Dichtigkeit unter der Annahme der Kreisform auf dieser Platte nur von der Ordnung $\frac{\delta}{R}$, wenn $\delta$ die Entfernung von Bodenplatte und Schild und R der Radius des letzteren ist. Sie verschwindet demnach unter der hier gemachten Annahme einer unendlichen Ausdehnung der Flächen.

Der Werth von $V_4$ aber wird nun:

$$V_4 = -4\pi\varrho_1\delta' - \frac{4\pi(\varrho_1+\varrho_2)}{K''}\delta'' - 4\pi(\varrho_1+\varrho_2+\varrho_3)\delta'''$$

$$= -4\pi\varrho_1\delta' - \frac{4\pi(\varrho_1+\varrho_2)}{K''}\delta'' + 4\pi\varrho_4\delta'''.$$

Leitet man $S_4$ ebenfalls ab, so wird $V_4 = 0$ und man erhält demnach

$$\varrho_1\delta' + \frac{\varrho_1+\varrho_2}{K''}\delta'' - \varrho_4\delta''' = 0 \qquad (6)$$

Nun ist es nothwendig, sich davon Rechenschaft zu geben, wie diese Elektricitätsmengen eigentlich entstanden sind.

$\varrho_3$ ist die durch Reiben primär erregte.

Hat man nur sehr schwach gerieben, so ist $\varrho_2 = 0$.

Das Gleiche ist der Fall, wenn man reibt, ohne den Kuchen auf die Bodenplatte aufzulegen und wenn Zuströmen von Elektricität aus Spitzen u. s. w. vermieden wird.

Sowie jedoch $\varrho_3$ eine gewisse Grenze übersteigt, findet man auf der der Bodenplatte zugewendeten Seite Elektricität, deren Vorzeichen jenem der primär erregten entgegengesetzt, und deren Dichtigkeit absolut betrachtet, geringer ist, als jene der primär erregten.

Man hat demnach allgemein

$$\varrho_2 = -\varepsilon\varrho_3$$

wobei

$$0 \leqq \varepsilon < 1$$

ist, d. h. wobei $\varepsilon$ ein ächter Bruch ist, der jedoch der Null sehr nahe stehen kann und allenfalls auch genau $= 0$ werden kann.

Dass sich dies thatsächlich so verhält, geht einerseits aus den Versuchen mit dem Pulvergemische hervor, welche ich a. a. O. auf S. 70 ff. als die Versuche 2 und 3 be-

schrieben habe, ganz schlagend aber auch aus dem Versuche 5, wonach das Vorzeichen der im Schilde aufgesammelten Elektricität umspringt, wenn man den Kuchen nach dem Reiben umkehrt und dann die Entfernung zwischen Bodenplatte und der geriebenen Seite des Kuchens allmälig vergrössert.

Ich werde auf diesen Punkt noch einmal zurückkommen.

Setzt man nun diesen Werth ein, so geht Gleichung (6) über in

$$\varrho_1 \delta' + \frac{\varrho_1 - \varepsilon \varrho_3}{K''} \delta'' + (\varrho_1 - \varepsilon \varrho_3 + \varrho_3) \delta''' = 0.$$

Und hieraus ergeben sich alsdann die weiteren

$$\varrho_1 = \varrho_3 \frac{\varepsilon \frac{\delta''}{K''} - (1 - \varepsilon) \delta'''}{\delta' + \delta''' + \frac{\delta''}{K''}} \tag{7}$$

$$\varrho_4 = - \varrho_3 \frac{\frac{\delta''}{K''} + (1 - \varepsilon) \delta'}{\delta' + \delta''' + \frac{\delta''}{K''}} \tag{8}$$

zwei Gleichungen, aus welchen man sofort die in der älteren Abhandlung aufgeführten erhält, sowie man $K'' = 1$ setzt.

Der ganze Unterschied im Endresultate besteht also schliesslich darin, dass die Dicke des Kuchens durch die Dielektricitätsconstante desselben zu dividiren ist.

Hieraus erklärt es sich auch, dass die von mir gegebenen theoretischen Entwickelungen, obwohl auf nicht ganz richtiger Grundlage fussend, in ihren Folgerungen mit den nur qualitativen Versuchen doch in vollkommenem Einklange stunden.

Es scheint nun zweckmässig, die hier entwickelten Formeln noch etwas zu discutiren und auf jene Fälle anzuwenden, welche eine direkte Prüfung durch den Versuch gestatten.

Nehmen wir an, man habe nur die eine Fläche des Elektrophorkuchens gerieben, während man ihn so hielt, dass der andern Seite keine Gegenstände nahe waren, welche ein Ueberströmen von Elektricität ermöglichen konnten.

In diesem Falle hat man nur auf $S_3$ eine bestimmte Dichtigkeit $\varrho_3$, während $\varrho_2 = 0$ ist.

Die Flächen $S_1$ und $S_4$ aber hat man alsdann einfach als nicht existirend zu betrachten.

Dann gehen die 2. und 3. Gleichung der Gruppe (2) in die folgenden über

$$0 = K''X'' - X'$$
$$4\pi\varrho_3 = X''' - K''X''$$

woraus man sofort

$$4\pi\varrho_3 = X''' - X'$$

erhält.

Ausserdem aber muss $X' = - X'''$ sein, wie sich aus folgender Ueberlegung ergiebt:

Man kann sich das Dielektricum von der Dicke $\delta''$ mit der Dielektricitätskonstante $K''$ stets durch ein solches von der Dielektricitätsconstante 1 ersetzt denken, wenn man sich auf der Fläche $S_2$ eine scheinbare (ideale) Elektrisirung von der Dichtigkeit

$$-\varrho_2' = \frac{1}{4\pi} X' \left(1 - \frac{1}{K''}\right)$$

gegeben denkt.

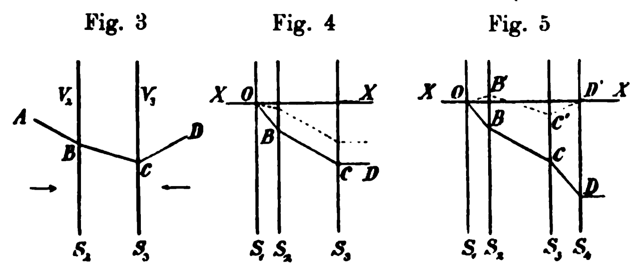
Nehmen wir nun auf beiden Seiten des Dielektricums Punkte, welche beide gleichweit von $S_1$ und $S_2$ abstehen und zwar soweit, dass die Dicke $\delta''$ gegen diese Entfernung verschwindet, dann kann man sich die beiden Schichten mit den Dichtigkeiten $\varrho_3$ und $\varrho_2'$ einfach übereinander gelagert denken und man sieht alsdann sofort, dass die in diesen Punkten wirkenden Kräfte $X'$ und $X'''$ gleich gross, aber entgegengesetzt gerichtet sein müssen.

Da nun $X'$ und $X'''$ Konstante sind, wenigstens so lange man innerhalb Entfernungen bleibt, gegen welche die Dimensionen der Flächen als unendlich betrachtet werden können, so ist demnach innerhalb der Grenzen, für welche die Betrachtungen hier überhaupt nur giltig sind, allgemein

$$-X' = X''' = 2\,\pi\varrho_3 \tag{9}$$

In graphischer Darstellung übersieht man diese Entwickelung mit einem Blicke auf Fig. (3); man sieht, dass die Kraft auf beiden Seiten des Dielektricums die gleiche ist und dass demnach, wenn $\varrho_3$ negativ ist, wie bei einer geriebenen Ebonitplatte ein positiv elektrisches Theilchen auf beiden Seiten mit gleicher Kraft nach der Platte hingezogen wird, wie hier durch die Richtung der Pfeile angedeutet ist. Es müssen sich mithin bei Anwendung des Gemisches aus Schwefel und Mennige unter den hier vorausgesetzten Bedingungen beide Flächen der Platte mit Mennige bedecken, gerade so wie es der Versuch thatsächlich lehrt (a. a. O. S. 70.)

Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5




Nimmt man nun an, man habe den schwach elektrisirten Kuchen auf die Bodenplatte aufgelegt und zwar bei so schwacher Elektrisirung, dass kein Uebergang von Elektricität zwischen Bodenplatte und Kuchen stattfindet, dann hat man die folgenden Gleichungen:

Zunächst einmal $X''' = 0$, wie man sofort aus einer Betrachtung ersieht, welche der im vorigen Abschnitte durchgeführten vollkommen analog ist, und wonach $X^{(0)} = -X'''$

sein muss, wenn man unter $X^{(0)}$ die Werthe von X für $x < 0$ versteht.

Da nun $X^{(0)} = 0$, so ist auch $X''' = 0$.

Daraus ergiebt sich dann ferner

$$\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho_3 = 0$$

und mithin für

$$\varrho_2 = 0, \quad \varrho_1 = -\varrho_3,$$

die Werthe von V aber werden

$$V_2 = 4\pi\varrho_3\delta'$$

$$V_3 = 4\pi\varrho_3\left(\delta' + \frac{\delta''}{K''}\right).$$

Der Verlauf von V aber wird in dem Diagramm Fig. (4) durch die gebrochene Linie OBCD dargestellt.

Ist die Kraft zwischen $S_1$ und $S_2$ gross genug, um einen Uebergang von Elektricität zwischen Bodenplatte und Kuchen zu bewirken, so wird $\varrho_2 = -\varepsilon\varrho_3$. Die gebrochene Linie, deren Ordinaten die Werthe von V geben, geht alsdann in jene über, welche in Fig. 4 punktirt gezeichnet ist, nach Auflegen des Schildes aber in die in Fig. 5 ebenso angedeutete.

Denkt man sich nun den Kuchen abgehoben, so verhält es sich gerade, als sei die Bodenplatte mit der Dichtigkeit $\varrho_1$ gar nicht mehr vorhanden und die Gleichungen (2) gehen in die folgenden über:

$$4\pi\varrho_2 = K''X'' - X'$$

$$4\pi\varrho_3 = X''' - K''X''$$

woraus sich unter Berücksichtigung des Umstandes, dass $\varrho_2 = -\varepsilon\varrho_3$ ist, sofort ergibt

$$4\pi(1-\varepsilon)\varrho_3 = X''' - X'$$

oder da nach ganz ähnlicher Betrachtung, wie sie oben angestellt wurde, wiederum

$$X' = - X''' \text{ ist,}$$

$$X''' = 2\pi (1 - \varepsilon) \varrho_3$$

und

$$X' = - 2\pi (1 - \varepsilon) \varrho_3 ,$$

eine Formel, die sich von der obengegebenen (9) nur durch den Factor $1 - \varepsilon$ unterscheidet.

Die Potentialfunction verläuft demnach auf beiden Seiten des von der Bodenplatte abgehobenen Kuchens gerade so, als ob derselbe nur auf der einen Fläche $S_3$ elektrisirt sei und zwar schwächer als in dem oben gegebenen Falle.

Es wird demnach bei Anwendung eines Harzkuchens ein positiv elektrisirter Körper von beiden Seiten her angezogen werden, obwohl sich auf Fläche $S_2$ positive Elektricität befindet, und würde auch diese selbst mit dem Pulvergemische nicht nachweisbar sein, wenn sie ganz gleichförmig auf der Fläche vertheilt wäre und nicht nur an einzelnen Stellen, wie sie durch das Ueberspringen schwacher Funken bedingt und als kleine Lichtenberg'sche Figuren kenntlich sind.

Dies ist eben einer der Fälle, wo die Untersuchung mit dem Pulvergemische allen anderen gegenüber einen gewaltigen Vorzug besitzt.

Zum Schlusse mag nun auch noch die Formel (7), welche die Dichtigkeit auf der Bodenplatte bei der gewöhnlichen Gebrauchsweise des Elektrophors darstellt, einer Discussion unterworfen werden.

Diese Formel lautet:

$$\varrho_1 = \varrho_3 \frac{\varepsilon \frac{\delta''}{K''} - (1 - \varepsilon)\,\delta'}{\delta' + \delta''' + \frac{\delta''}{K''}}$$

Sie führt zu der merkwürdigen Folgerung, dass bei stetigem Wachsen der Entfernung zwischen Schild und Boden-

platte im Vorzeichen der auf letzterer vorhandenen Elektricität bei einem bestimmten Werthe dieser Entfernung ein Umspringen eintritt. Der experimentelle Nachweis dieses Satzes, auf den ich meines Wissens zuerst aufmerksam gemacht habe, wurde bereits a. a. O. geliefert.

Dagegen gewinnt er unter Berücksichtigung des dielektrischen Verhaltens des Kuchens noch an besonderem Interesse, indem man dadurch in den Stand gesetzt ist, den Werth von $\varepsilon$ thatsächlich zu ermitteln.

Das Umspringen des Vorzeichens tritt nämlich ein, wenn

$$\varepsilon \frac{\delta''}{K''} - (1 - \varepsilon)\,\delta' = 0$$

oder

$$\delta' = \frac{\varepsilon\,\delta''}{(1 - \varepsilon)\,K''} \quad \text{ist.}$$

Daraus folgt aber auch

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + \frac{1}{K''}\frac{\delta''}{\delta'}}.$$

Ermittelt man demnach jene Entfernung zwischen Bodenplatte und Kuchen, welche erforderlich ist, um bei Aenderungen in dem einen oder in dem anderen Sinne ein Umspringen des Zeichens zu verursachen, so kann man unter Benützung der Dielektricitätskonstante des Kuchens und der Dicke des letzteren berechnen, welchen Bruchtheil der primär erregten Elektricität jene bildet, welche während des Reibens von der Bodenplatte auf die Unterfläche des Kuchens überging.

Die bis jetzt gezogenen Folgerungen finden sich mit Ausnahme der allerletzten der Hauptsache nach bereits in der älteren Arbeit, natürlich ohne jene Modificationen, in denen eben das Wesen dieser Untersuchung besteht.

Dagegen lassen sich noch einige andere ziehen, auf welche ich erst jetzt aufmerksam geworden bin, und die mir besonderes Interesse zu verdienen scheinen.

Ich knüpfe hiebei zunächst an die letzte Formel der Gruppe (4) für $V_4$ an. Setzt man in dieser Formel $K' = K''' = 1$ und $\varrho_2 = \varrho_3 = 0$, d. h. nimmt man an, man habe ein Dielektricum von bestimmter Dicke zwischen zwei leitenden Platten von festem Abstande, deren eine abgeleitet ist, also etwa zwischen jenen eines Luftcondensators, so erhält man

$$V_4 = -4\pi\varrho_1\left[\delta' + \delta''' + \frac{\delta''}{K''}\right] = -4\pi\varrho_1\left[\delta - \delta''\left(1 - \frac{1}{K''}\right)\right]$$

Es ist demnach ganz gleichgiltig, an welchen Stellen zwischen den leitenden Platten sich die ihnen parallele dielektrische befindet, man kann eine Parallelverschiebung vornehmen, ohne dass dadurch der Potentialwerth $V_4$ irgendwie verändert wird, ein Umstand, auf den schon Boltzmann hingewiesen hat.[1])

Dies gilt jedoch nicht nur so lange als sich auf den Oberflächen des Dielektricums keine Elektricität befindet, sondern sowie auf beiden Flächen gleich grosse aber entgegengesetzte Elektricitätsmengen vorhanden sind, d. h. so oft $\varrho_2 + \varrho_3 = 0$ ist.

Ist diese Bedingung erfüllt, so hat man nämlich

$$V_4 = -4\pi\left[\varrho_1(\delta' + \delta''') + \frac{\varrho_1 + \varrho_2}{K''}\delta''\right]$$

$$= -4\pi\left[\varrho_1(\delta - \delta'') + \frac{\varrho_1 + \varrho_2}{K''}\delta''\right]$$

In dieser Formel kommen die Werthe $\delta'$ und $\delta'''$, d. h. die Entfernungen der Oberflächen des Dielektricums von den leitenden Platten gar nicht mehr vor und ist mithin der Satz bewiesen.

Ist jedoch $\varrho_2 + \varrho_3 \gtrless 0$, dann wird

$$V_4 = -4\pi\left[\varrho_1\delta' + (\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho_3)\delta''' + \frac{\varrho_1 + \varrho_2}{K''}\delta''\right]$$

1) Wien. Ber. f. 1873 Bd. LXVII. 2. S. 17 ff.

und nun lassen sich $\delta'$ und $\delta'''$ nicht mehr aus der Formel entfernen oder wenigstens nur eine derselben, z. B.

$$\delta' = \delta - \delta'' - \delta'''$$

und mithin ist jetzt eine Verschiebung der dielektrischen Platte zwischen den leitenden nicht mehr ohne Einfluss auf den Werth von $V_4$.

Dies übersieht man mit einem Blicke auf Fig. 5 und zwar auf die gebrochene Linie OBCD. So oft $\varrho_2 + \varrho_3 = 0$ ist, sind nämlich die Linien OB und CD parallel, alsdann kann man aber die beiden Flächen $S_2$ $S_3$ mit dem constanten Abstande $\delta''$ bei unveränderten Winkeln in O, B, C und D beliebig zwischen $S_1$ und $S_3$ verschieben, ohne dass dadurch der Punkt D eine Verrückung erfährt.

Sowie jedoch OB nicht parallel CD, is dies nicht mehr statthaft. Fällt z. B. CD steiler als OB, so bedingt eine Verschiebung der beiden Flächen $S_2$ $S_3$, d. h. des Dielektricums, gegen $S_1$ zu ein Herabrücken von D, d. h. eine Vergrösserung von D D′, eine Verschiebung gegen $S_4$ ein Aufsteigen von D.

Es ergibt sich demnach als Folgerung:

Stellt man eine planparallele dielektrische Platte zwischen die Platten eines Luftcondensators, dessen eine Platte geladen, die andere mit der Erde in Verbindung steht, so äussert eine Parallelverschiebung der dielektrischen Platte auf das Potential der geladenen Collectorplatte keinen Einfluss, so lange sich auf den Oberflächen des Dielektricums keine oder gleichgrosse aber entgegengesetzte Elektricitätsmengen befinden. Ist dies nicht der Fall, so muss es sich durch eine solche Verschiebung sofort verrathen.

Endlich lassen sich aus den Formeln über die Grösse der auf die leitenden Platten ausgeübten Kräfte noch Folgerungen ziehen, die zu neuen Versuchen Veranlassung geben.

Setzt man nämlich wiederum in den Formeln (5) $\varrho_2 =$

$\varrho_3 = 0$, d. h. nimmt man an, dass die Oberflächen des Dielektricums nicht elektrisirt seien, so wird wie oben

$$V_4 = 4\pi\varrho_4\left[\delta - \delta''\left(1 - \frac{1}{K''}\right)\right]$$

d. h. wenn die eine Platte zur Erde abgeleitet, die andere mit Elektricität von bestimmter Dichtigkeit geladen ist, so wird durch Einschieben einer dielektrischen Platte der Potentialwerth auf der geladenen Platte herabgedrückt.

Die Werthe von $X'$ und $X'''$ aber bleiben nach wie vor die gleichen, nämlich

$$X' = X''' = 4\pi\varrho_1 = -4\pi\varrho_4.$$

Die Kraft, welche auf die Oberflächeneinheit von $S_1$ ausgeübt wird, ist demnach

$$P_1 = X'\varrho_1 = -4\pi\varrho_1{}^2 = 4\pi\varrho_4{}^2.$$

Die Kraft aber, mit welcher die Oberflächeneinheit von $S_4$ gegen $S_1$ hin gezogen wird, ist

$$P_4 = -X'''\varrho_4 = 4\pi\varrho_1{}^2 = -4\pi\varrho_4{}^2,$$

oder wenn man $V_4$ als gegeben ansieht

$$P_1 = -P_4 = \frac{V_4{}^2}{4\pi\left[\delta - \delta''\left(1 - \frac{1}{K''}\right)\right]^2}$$

Hat man demnach zwei unendlich grosse parallele leitende Platten in endlichem Abstande mit gleichen und entgegengesetzten Elektricitätsmengen geladen, so wird die Wechselwirkung zwischen diesen Platten durch Einschieben einer dielektrischen Platten vergrössert, wenn die Potentialdifferenz zwischen beiden (durch Zufuhr von Elektricität) constant erhalten wird, sie bleibt unverändert, wenn die Elektricitätsmengen constant bleiben.

Das letztere gilt jedoch nur, so lange die Voraussetzung zulässig ist, dass die Dimensionen der Platten im Vergleiche zu ihrer Entfernung unendlich grosse seien.

Sind sie endlich, so wird bei konstanten Elektricitätsmengen die Wechselwirkung durch Einschieben eines Dielektricum's von grösserer Ausdehnung vermindert.

## II.

## Ueber den Einfluss eingeschobener dielektrischer Platten auf die Wechselwirkung elektrisirter Körper.

Die am Schlusse des vorigen Abschnittes mitgetheilten Untersuchungen über die Wechselwirkung elektrisirter Körper unter dem Einflusse zwischengeschobener Dielektrica haben zu Sätzen geführt, die einer experimentellen Prüfung zugänglich sind, und zwar einer Prüfung so einfacher Natur, dass sie sogar zum Verlesungsversuch benutzt werden kann.

Der erste dieser Sätze lautete:

„Die Wechselwirkung zwischen zwei mit entgegengesetzter Elektricität geladenen parallelen Platten wird durch eine eingeschobene parallele Platte eines Dielektricums vergrössert, wenn die Potentialdifferenz constant erhalten wird."

Hat man zwei Luftcondensatoren von gleichen Dimensionen und gleichem Plattenabstande, deren Collectorplatten und deren Condensatorplatten unter sich leitend verbunden sind, so hat man auf beiden die gleichen Potentialdifferenzen.

Schiebt man nun bei einem dieser Condensatoren zwischen die beiden Platten eine dielektrische ein, so muss die Wechselwirkung zwischen diesem Plattenpaare eine grössere werden, als zwischen dem anderen.

Dies kann man folgendermassen darthun:

Zwei gleichgrosse und gleichschwere Metallscheiben CC' (Fig. 6) mit abgerundeten Kanten werden mit Drähten an den beiden Enden eines Wagebalkens HH aufgehangen. Der letztere steht durch die mit der Erde leitend verbundene Tragsäule ebenfalls mit der Erde in Verbindung.

Die beiden Scheiben dienen als Condensatorplatten. Ihnen gegenüber d. h. unter ihnen befinden sich in einiger Ent-

fernung zwei ähnliche Platten [illegible] gleichhohen isolirenden Stützen. Sie können [illegible] leitend verbunden werden und dienen als Collectorplatten.

Sowie [illegible] diese Vermuthung [illegible] die Collectorplatten geladen [illegible] Gleichgewichte, und [illegible] der Collectorplatte [illegible] mehr und mehr nach abwärts gezogen [illegible] immer erheblicher [illegible]

[illegible] Arretirung [illegible] Bewegungen des Wagebalkens [illegible]

Er gestattet jedoch noch einige Modificationen.

Ersetzt man die dielektrische Platte durch eine an einer isolirenden Handhabe befindliche Metallplatte, so gelingt der Versuch ebenso wie mit dem Dielektricum, vorausgesetzt, dass die Metallplatte nicht wesentlich grösser ist als die Condensatorplatte.

Ist sie grösser, so wirkt sie als Schirm und alsdann wird die Wirkung von S′ auf C′ durch Einschieben der Platte nicht vergrössert sondern verkleinert, so dass nun ein Ausschlag im entgegengesetzten Sinne eintritt, gerade wie wenn man eine abgeleitete Platte einführt.

Nun lässt sich aber der Versuch mit der dielektrischen Platte so abändern, dass man nicht mit gleicher Potentialdifferenz in den beiden Condensatoren, sondern mit gleichen Elektricitätsmengen arbeitet.

Wie oben gezeigt, lehrt die Theorie, dass in diesem Falle ein Einschieben des Dielektricums gar keinen Einfluss auf die Wechselwirkung ausübt, wenn nur die Platten gegen ihre Entfernung sehr gross sind. Wenn dies nicht der Fall ist, wird sogar die Wechselwirkung vermindert und nähert sich eine dielektrische Platte, deren Ausdehnung jene der Condensatorplatten übertrifft, in ihrem Verhalten dem eines leitenden Schirmes.

Dies lässt sich folgendermassen durch den Versuch darthun:

Die leitende Verbindung zwischen den beiden Collectorplatten S und S′ wird aufgehoben und die ersteren, bevor sie an ihre Stellen unterhalb der Condensatorplatten gebracht werden, während oder nach erfolgter Ladung mit einander in Berührung gebracht.

Alsdann sind sie gleich stark geladen. Stellt man sie nun an ihre im Schema angedeuteten Plätze und nimmt man wieder an, dass die Entfernung CS etwas geringer sei als C′S′, so dass der Wagebalken bei a anliegt, so ist es nicht

[illegible] vollständig aufzuklären, so [illegible] Beschaffenheit, die Umstände, unter [illegible] allfälligen Beziehungen zu [illegible] Rückenmarkes einer kurzen Schil[illegible] bitte ich, die beigegebenen [illegible] welche ich als möglichst [illegible] Präparaten durch die gewandte [illegible] anfertigen liess. Die Objecte der Unter[illegible] der Forelle aus zwei Portionen [illegible] in der Brutanstalt des Hoffischers [illegible] einer Wassertemperatur von $+9^{\circ}$ C [illegible] sehr gleichmässig entwickelt hatten. [illegible] dieser Portionen schlüpften bereits am [illegible] der Befruchtung aus dem Ei, die Mehrzahl [illegible] 60. Tage; die ausgeschlüpften blieben [illegible], also in denselben Temperatur- und [illegible] bis zum 72. Tage nach der Befruchtung [illegible] von beiden Portionen eine Anzahl Eier, [illegible] Embryonen, vom histiologischen Labora[illegible] und erhärtet. Die wohl conservierte Ent[illegible] befindet sich in der Sammlung des Labora[illegible] dieser entnahm ich die Objecte. Die Figg. 1, [illegible] beziehen sich auf Embryonen vom 63. Tage der [illegible] nach der Befruchtung und ich gehe bei der [illegible] von dieser Stufe aus.

Der Querschnitt (Fig. 1) des Rückenmarkes der Forelle vom [illegible]. Tage der Entwickelung hat annähernd Kreisform, nur die der Chorda anliegende Seite ist leicht concav. Etwa [illegible] der Peripherie ist von weisser Masse umschlossen, ein dorsaler Abschnitt aber, der etwa $^{1}/_{7}$ der Peripherie beträgt, zeigt die zellenreiche Anlage der grauen Substanz in Contact mit der Membrana prima von Hensen. Diese strukturlose Lamelle ist deutlich im ganzen Umfange nachweisbar. An der gesammten Peripherie des Markes treten Radiärfasern



hervor, die, wie dieselben Elemente der Retina, mit konisch verbreitetem Fussende sich mit der Membrana prima verbinden. Die weisse Masse entspricht wohl nicht allein dem Vorderseitenstrange, die äusserste dorsale (hintere) Partie derselben zeigt im Querschnitt eine feinere und dichtere Punktirung und ist, wenn auch nicht scharf, von der übrigen Masse abgesetzt. Diese Partie halte ich für die Anlage der Hinterstränge, weil sich Fasern der dorsalen (hinteren) Wurzel theils enge an dieselbe anlehnen, theils hineindringen. Indessen ist dieser Anhaltspunkt kein ganz sicherer. Die ventralen (vorderen) Wurzeln verlassen das Rückenmark an den lateralen Grenzen der concaven ventralen (vordern) Seite und gehen bündelweise durch Oeffnungen der Membrana prima. So deutlich sieht man den Durchtritt der dorsalen (hinteren) Wurzeln durch die Membrana prima nicht, weil die Fasern nicht zu so starken Bündeln vereint sind.

Der Centralkanal liegt bedeutend näher der ventralen, als der dorsalen Oberfläche und ist von Cylinderepithel umfasst, das 2—3zeilig angeordnet ist. Vom Epithel geht ein starker Faserstrang, der zum Theil gewiss aus Radiärfasern besteht, ventralwärts bis zur Oberfläche, eine Raphe erstreckt sich von der das Lumen begrenzenden Cuticula des Epithels in der Medianebene dorsalwärts fort; diese Raphe sieht wie eine Contactfläche des von beiden Seiten her bis zur Berührung zusammengerückten Epithels aus, ist aber deutlich kaum bis zur Hälfte der Strecke zu verfolgen, die den Canal von der dorsalen (hinteren) Oberfläche trennt. Die Anlage der Vorderhörner ist durch einen bogenförmigen Faserzug (halb kreisförmiges Stratum, Hensen[1]) von der übrigen grauen Masse abgesetzt. Dieser Faserzug geht in die ven-

1) Hensen, Beobachtungen über Befruchtung u. Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens, Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. I S. 387. 1876.

mehr wie oben möglich durch Einschieben des Dielektricums zwischen C' und S' einen Ausschlag nach dieser Seite hin hervorzurufen.

Dagegen genügt die Einführung zwischen C und S, um eine Bewegung im Sinne des Pfeiles und ein Anschlagen bei a' zu bewirken.

---

Ferner spricht Herr Wilhelm von Bezold:

„Ueber zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraumes 1833 bis 1882".

Die Abhandlung wird in den Denkschriften zur Veröffentlichung gelangen.

---

Herr C. Kupffer legt folgende Abhandlung vor:

„Zur Histiogenese des Rückenmarkes der Forelle" von Victor Rohon. (Aus dem histiologischen Laboratorium zu München.)

(Mit 2 Tafeln).

Im Anfange des vorigen Sommers begann ich am cerebrospinalen System der Forelle Untersuchungen über Entwickelungsvorgänge, die mich noch gegenwärtig beschäftigen. Bei der Durchsicht der zu diesem Zwecke angefertigten Schnittserien beobachtete ich eine Thatsache, welche bei Beurtheilung der Rückenmarktextur im Allgemeinen eine nicht unwesentliche Rolle spielen dürfte. Wer dieser Annahme zustimmt, dem wird schon die einfache Mittheilung dieser Thatsache nicht unwillkommen sein.

Es handelt sich um die Beobachtung grosser Nervenzellen von typischer Gestalt, welche während der Entwickelung des Rückenmarkes zu allererst unter allen Nervenzellen — selbst die des Gehirns nicht ausgenommen — zum Vorschein kommen: und zwar an der dorsalen Oberfläche des Rückenmarkes. Sehr auffallend ist die Gestalt dieser Nervenzellen, wenn man den Ort ihres Vorkommens in Betracht zieht; denn die Gestalt ist durchaus die einer multipolaren Ganglienzelle. Dieser Umstand allein — glaube ich — dürfte genügen, das Interesse für diese Gebilde und deren Schicksale anzuregen. Wenn es mir auch nicht gelungen

ist, die Bedeutung dieser Zellen vollständig aufzuklären, so will ich dennoch ihre Beschaffenheit, die Umstände, unter denen sie vorkommen und ihre allfälligen Beziehungen zu den übrigen Elementen des Rückenmarkes einer kurzen Schilderung unterziehen. Hierbei bitte ich, die beigegebenen Abbildungen ins Auge zu fassen, welche ich als möglichst naturgetreue Copien von Präparaten durch die gewandte Hand eines Zeichners anfertigen liess. Die Objecte der Untersuchung waren Embryonen der Forelle aus zwei Portionen von Eiern stammend, die in der Brutanstalt des Hoffischers Kuffer in München bei einer Wassertemperatur von + 9° C sich relativ rasch und sehr gleichmässig entwickelt hatten. Einige Embryonen dieser Portionen schlüpften bereits am 47. Tage nach der Befruchtung aus dem Ei, die Mehrzahl zwischen dem 50. und 60. Tage; die ausgeschlüpften blieben in demselben Trog, also in denselben Temperatur- und Wasserverhältnissen bis zum 72. Tage nach der Befruchtung und täglich wurde von beiden Portionen eine Anzahl Eier, beziehungsweise Embryonen, vom histiologischen Laboratorium abgeholt und erhärtet. Die wohl conservierte Entwickelungsreihe befindet sich in der Sammlung des Laboratoriums, und dieser entnahm ich die Objecte. Die Figg. 1, 2, 4 u. 5 beziehen sich auf Embryonen vom 63. Tage der Entwickelung nach der Befruchtung und ich gehe bei der Schilderung von dieser Stufe aus.

Der Querschnitt (Fig. 1) des Rückenmarkes der Forelle vom 60. Tage der Entwickelung hat annähernd Kreisform, nur die der Chorda anliegende Seite ist leicht concav. Etwa 6/7 der Peripherie ist von weisser Masse umschlossen, ein dorsaler Abschnitt aber, der etwa 1/7 der Peripherie beträgt, zeigt die zellenreiche Anlage der grauen Substanz in Contact mit der Membrana prima von Hensen. Diese strukturlose Lamelle ist deutlich im ganzen Umfange nachweisbar. An der gesammten Peripherie des Markes treten Radiärfasern

hervor, die, wie dieselben Elemente der Retina, mit konisch verbreitetem Fussende sich mit der Membrana prima verbinden. Die weisse Masse entspricht wohl nicht allein dem Vorderseitenstrange, die äusserste dorsale (hintere) Partie derselben zeigt im Querschnitt eine feinere und dichtere Punktirung und ist, wenn auch nicht scharf, von der übrigen Masse abgesetzt. Diese Partie halte ich für die Anlage der Hinterstränge, weil sich Fasern der dorsalen (hinteren) Wurzel theils enge an dieselbe anlehnen, theils hineindringen. Indessen ist dieser Anhaltspunkt kein ganz sicherer. Die ventralen (vorderen) Wurzeln verlassen das Rückenmark an den lateralen Grenzen der concaven ventralen (vordern) Seite und gehen bündelweise durch Oeffnungen der Membrana prima. So deutlich sieht man den Durchtritt der dorsalen (hinteren) Wurzeln durch die Membrana prima nicht, weil die Fasern nicht zu so starken Bündeln vereint sind.

Der Centralkanal liegt bedeutend näher der ventralen, als der dorsalen Oberfläche und ist von Cylinderepithel umfasst, das 2—3zeilig angeordnet ist. Vom Epithel geht ein starker Faserstrang, der zum Theil gewiss aus Radiärfasern besteht, ventralwärts bis zur Oberfläche, eine Raphe erstreckt sich von der das Lumen begrenzenden Cuticula des Epithels in der Medianebene dorsalwärts fort; diese Raphe sieht wie eine Contactfläche des von beiden Seiten her bis zur Berührung zusammengerückten Epithels aus, ist aber deutlich kaum bis zur Hälfte der Strecke zu verfolgen, die den Canal von der dorsalen (hinteren) Oberfläche trennt. Die Anlage der Vorderhörner ist durch einen bogenförmigen Faserzug (halb kreisförmiges Stratum, Hensen[1]) von der übrigen grauen Masse abgesetzt. Dieser Faserzug geht in die ven-

---

1) Hensen, Beobachtungen über Befruchtung u. Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens, Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. I S. 387. 1876.

trale (vordere) Commissur über (Commissura transversa von Stieda).[1]) Die Anlage des Vorderhornes ist im Querschnitt dreieckig und enthält überwiegend kleine Zellen, an denen der Kern fast allein zu sehen ist. Denkt man sich das Vorderhorn von der übrigen grauen Substanz getrennt, so zeigt letztere im Querschnitt Leierform. Zwischen dem Epithel und dem halbkreisförmigen Stratum liegt eine Zone kleiner Zellen, an denen, wie an denselben Elementen des Vorderhorns der Zellkörper um den Kern so schwach entwickelt ist, dass man denselben nur an den abgehenden feinen Fäserchen erkennt. Dorsal vom Centralkanal finden sich zu beiden Seiten der Mittellinie auch grössere Kerne mit deutlichem Zellkörper.

Theilt man die ganze Strecke zwischen dem Centralkanal und der dorsalen Oberfläche in drei gleiche Zonen, so ist die mittlere Zone dadurch ausgezeichnet, dass innerhalb derselben Fäserchen von einer Seite zur andern hinüberziehen, also die dorsale (hintere) Commissur bilden; im Bereich dieser Commissur finden sich quer gestellt längliche Zellen, die mit den Commissurenfasern zusammenhängen. An der äussersten dorsalen Oberfläche dieser an kleinen Zellen reichen Anlage der grauen Substanz finden sich die grossen multipolaren Zellen, von denen hier speziell die Rede ist. Sie tangiren die Membrana prima. Sie erscheinen bisweilen ganz abgerückt von der grauen Substanz, aber wohl nur deshalb, weil letztere bei der Erhärtung des Objectes sich etwas von der Membrana prima zurückgezogen hat.

Zunächst die Beschaffenheit der Zellen. Was die Grösse betrifft, so betrug der Durchmesser des Zellkörpers in der Breite durchschnittlich 22—24 $\mu$. Der Zellkörper färbt sich ziemlich intensiv und ist schwach granuliert. Der grosse

---

1) Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische. Zeitschrift für wiss. Zoologie. XVIII. Bd. Leipzig 1868. S. 12.

kreisförmige Kern zeigt in den meisten Fällen eine schwächere Imbibition als das Protoplasma, dagegen ist das Nucleoplasma grobkörniger als der Zellleib; die Lage des Kernes ist eine excentrische und zwar befindet derselbe sich an der medialen Seite der Zelle, häufig hart an der Oberfläche derselben (vergl. Fig. 1). Ausserdem besitzt der Kern oftmals ein deutliches Kernkörperchen. Die ziemlich starken Zellfortsätze, an Querschnitten 4—5 an der Zahl, setzen sich nach verschiedenen Richtungen hin fort, man kann sie aber nur auf kurze Strecken verfolgen, da sie allmählich in sehr dünne Fäserchen auslaufen, falls sie bei der Schnittführung von dem Zellleibe nicht frühzeitig abgetrennt worden sind. Ob sich einzelne oder mehrere dieser Fortsätze theilen, das vermag ich meiner bisherigen Beobachtung gemäss weder zu bejahen noch zu verneinen.

Bezüglich der Zeit, in welcher diese Ganglienzellen in dem sich entwickelnden Neuralrohre zum ersten Male auftreten, kann ich, soweit dies aus meinen Präparaten hervorgeht, den 40. Tag der Entwickelung mit aller Sicherheit angeben. Es ist nun sehr charakteristisch, dass die Ganglienzellen um diese Zeit unmittelbar der Hensen'schen Membrana prima anliegen, von der sie sich im Laufe der Entwickelung allmählich entfernen, d. h. sie werden von der in ihrer Umgebung immer mehr anwachsenden weissen Rückenmarkssubstanz überwuchert, wie mir ein Vergleich der Schnitte aus verschiedenen Entwickelungsstadien zeigte.

Als einen andern charakteristischen Umstand kann ich noch erwähnen, dass ich zur Zeit des ersten Auftretens der in Rede stehenden Ganglienzellen in andern Regionen des Rückenmarkes und im ganzen Gehirn keine Spur von Elementen finden konnte, die bereits den Charakter von Nervenzellen an sich getragen hätten. Nur die Zellen der Spinalganglien liessen sich nach Grösse und Aussehen mit diesen vergleichen.

$\varrho_3 = 0$, d. h. nimmt man an, dass die Oberflächen des Dielektricums nicht elektrisirt seien, so wird wie oben

$$V_4 = 4\pi\varrho_4\left[\delta - \delta''\left(1 - \frac{1}{K''}\right)\right]$$

d. h. wenn die eine Platte zur Erde abgeleitet, die andere mit Elektricität von bestimmter Dichtigkeit geladen ist, so wird durch Einschieben einer dielektrischen Platte der Potentialwerth auf der geladenen Platte herabgedrückt.

Die Werthe von $X'$ und $X'''$ aber bleiben nach wie vor die gleichen, nämlich

$$X' = X''' = 4\pi\varrho_1 = -4\pi\varrho_4.$$

Die Kraft, welche auf die Oberflächeneinheit von $S_1$ ausgeübt wird, ist demnach

$$P_1 = X'\varrho_1 = -4\pi\varrho_1^2 = 4\pi\varrho_4^2.$$

Die Kraft aber, mit welcher die Oberflächeneinheit von $S_4$ gegen $S_1$ hin gezogen wird, ist

$$P_4 = -X'''\varrho_4 = 4\pi\varrho_1^2 = -4\pi\varrho_4^2,$$

oder wenn man $V_4$ als gegeben ansieht

$$P_1 = -P_4 = \frac{V_4^2}{4\pi\left[\delta - \delta''\left(1 - \frac{1}{K''}\right)\right]^2}$$

Hat man demnach zwei unendlich grosse parallele leitende Platten in endlichem Abstande mit gleichen und entgegengesetzten Elektricitätsmengen geladen, so wird die Wechselwirkung zwischen diesen Platten durch Einschieben einer dielektrischen Platten vergrössert, wenn die Potentialdifferenz zwischen beiden (durch Zufuhr von Elektricität) constant erhalten wird, sie bleibt unverändert, wenn die Elektricitätsmengen constant bleiben.

Das letztere gilt jedoch nur, so lange die Voraussetzung zulässig ist, dass die Dimensionen der Platten im Vergleiche zu ihrer Entfernung unendlich grosse seien.

Sind sie endlich, so wird bei konstanten Elektricitätsmengen die Wechselwirkung durch Einschieben eines Dielektricum's von grösserer Ausdehnung vermindert.

## II.

## Ueber den Einfluss eingeschobener dielektrischer Platten auf die Wechselwirkung elektrisirter Körper.

Die am Schlusse des vorigen Abschnittes mitgetheilten Untersuchungen über die Wechselwirkung elektrisirter Körper unter dem Einflusse zwischengeschobener Dielektrica haben zu Sätzen geführt, die einer experimentellen Prüfung zugänglich sind, und zwar einer Prüfung so einfacher Natur, dass sie sogar zum Verlesungsversuch benutzt werden kann.

Der erste dieser Sätze lautete:

„Die Wechselwirkung zwischen zwei mit entgegengesetzter Elektricität geladenen parallelen Platten wird durch eine eingeschobene parallele Platte eines Dielektricums vergrössert, wenn die Potentialdifferenz constant erhalten wird.“

Hat man zwei Luftcondensatoren von gleichen Dimensionen und gleichem Plattenabstande, deren Collectorplatten und deren Condensatorplatten unter sich leitend verbunden sind, so hat man auf beiden die gleichen Potentialdifferenzen.

Schiebt man nun bei einem dieser Condensatoren zwischen die beiden Platten eine dielektrische ein, so muss die Wechselwirkung zwischen diesem Plattenpaare eine grössere werden, als zwischen dem anderen.

Dies kann man folgendermassen darthun:

Zwei gleichgrosse und gleichschwere Metallscheiben CC′ (Fig. 6) mit abgerundeten Kanten werden mit Drähten an den beiden Enden eines Wagebalkens HH aufgehangen. Der letztere steht durch die mit der Erde leitend verbundene Tragsäule ebenfalls mit der Erde in Verbindung.

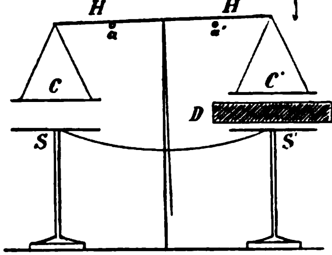
Die beiden Scheiben dienen als Condensatorplatten. Ihnen gegenüber d. h. unter ihnen befinden sich in einiger Ent-

fernung zwei ähnliche Platten S und S′ auf gleichhohen isolirenden Stützen. Sie können unter einander leitend verbunden werden und dienen als Collectorplatten.

Sowie nun diese Verbindung hergestellt und die Collectorplatten geladen sind, steht das System in labilem Gleichgewichte, und würde jene Condensatorplatte, welche der Collectorplatte nur um eine Spur näher steht, mehr und mehr nach abwärts gezogen und dadurch das Gleichgewicht immer erheblicher gestört werden.

Dies lässt sich jedoch vermeiden durch passende Arretirungsvorrichtungen a und a′, welche die Bewegungen des Wagebalkens in enge Grenzen einschliessen.

Fig. 6.




Gesetzt nun, es sei im Momente der Ladung die Entfernung CS um eine Spur kleiner gewesen als C′S′ und habe sich in Folge dessen der Wagebalken gegen den Arretirungsstift a gelegt, so genügt es, zwischen C′ und S′ eine dielektrische Platte D einzuschieben, um sofort einen Ausschlag im entgegengesetzten Sinne einzuleiten, bis der Stift a′ der Bewegung ein Ziel setzt.

Vielleicht wird mancher in diesem Versuche nur einen Beweis dafür erblicken, dass der Condensator mit zwischengeschobenem Dielektricum eine grössere Capacität besitzt als der andere, immerhin ist er alsdann sehr geeignet, diese Thatsache in höchst einfacher Weise anschaulich zu machen.

Er gestattet jedoch noch einige Modificationen.

Ersetzt man die dielektrische Platte durch eine an einer isolirenden Handhabe befindliche Metallplatte, so gelingt der Versuch ebenso wie mit dem Dielektricum, vorausgesetzt, dass die Metallplatte nicht wesentlich grösser ist als die Condensatorplatte.

Ist sie grösser, so wirkt sie als Schirm und alsdann wird die Wirkung von S′ auf C′ durch Einschieben der Platte nicht vergrössert sondern verkleinert, so dass nun ein Ausschlag im entgegengesetzten Sinne eintritt, gerade wie wenn man eine abgeleitete Platte einführt.

Nun lässt sich aber der Versuch mit der dielektrischen Platte so abändern, dass man nicht mit gleicher Potentialdifferenz in den beiden Condensatoren, sondern mit gleichen Elektricitätsmengen arbeitet.

Wie oben gezeigt, lehrt die Theorie, dass in diesem Falle ein Einschieben des Dielektricums gar keinen Einfluss auf die Wechselwirkung ausübt, wenn nur die Platten gegen ihre Entfernung sehr gross sind. Wenn dies nicht der Fall ist, wird sogar die Wechselwirkung vermindert und nähert sich eine dielektrische Platte, deren Ausdehnung jene der Condensatorplatten übertrifft, in ihrem Verhalten dem eines leitenden Schirmes.

Dies lässt sich folgendermassen durch den Versuch darthun:

Die leitende Verbindung zwischen den beiden Collectorplatten S und S′ wird aufgehoben und die ersteren, bevor sie an ihre Stellen unterhalb der Condensatorplatten gebracht werden, während oder nach erfolgter Ladung mit einander in Berührung gebracht.

Alsdann sind sie gleich stark geladen. Stellt man sie nun an ihre im Schema angedeuteten Plätze und nimmt man wieder an, dass die Entfernung CS etwas geringer sei als C′S′, so dass der Wagebalken bei a anliegt, so ist es nicht

mehr wie oben möglich durch Einschieben des Dielektricums zwischen $C'$ und $S'$ einen Ausschlag nach dieser Seite hin hervorzurufen.

Dagegen genügt die Einführung zwischen C und S, um eine Bewegung im Sinne des Pfeiles und ein Anschlagen bei $a'$ zu bewirken.

---

Ferner spricht Herr Wilhelm von Bezold:

„Ueber zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraumes 1833 bis 1882".

Die Abhandlung wird in den Denkschriften zur Veröffentlichung gelangen.

---

Herr C. Kupffer legt folgende Abhandlung vor:

„Zur Histiogenese des Rückenmarkes der Forelle“ von Victor Rohon. (Aus dem histiologischen Laboratorium zu München.)

(Mit 2 Tafeln).

Im Anfange des vorigen Sommers begann ich am cerebrospinalen System der Forelle Untersuchungen über Entwickelungsvorgänge, die mich noch gegenwärtig beschäftigen. Bei der Durchsicht der zu diesem Zwecke angefertigten Schnittserien beobachtete ich eine Thatsache, welche bei Beurtheilung der Rückenmarktextur im Allgemeinen eine nicht unwesentliche Rolle spielen dürfte. Wer dieser Annahme zustimmt, dem wird schon die einfache Mittheilung dieser Thatsache nicht unwillkommen sein.

Es handelt sich um die Beobachtung grosser Nervenzellen von typischer Gestalt, welche während der Entwickelung des Rückenmarkes zu allererst unter allen Nervenzellen — selbst die des Gehirns nicht ausgenommen — zum Vorschein kommen: und zwar an der dorsalen Oberfläche des Rückenmarkes. Sehr auffallend ist die Gestalt dieser Nervenzellen, wenn man den Ort ihres Vorkommens in Betracht zieht; denn die Gestalt ist durchaus die einer multipolaren Ganglienzelle. Dieser Umstand allein — glaube ich — dürfte genügen, das Interesse für diese Gebilde und deren Schicksale anzuregen. Wenn es mir auch nicht gelungen

ist, die Bedeutung dieser Zellen vollständig aufzuklären, so will ich dennoch ihre Beschaffenheit, die Umstände, unter denen sie vorkommen und ihre allfälligen Beziehungen zu den übrigen Elementen des Rückenmarkes einer kurzen Schilderung unterziehen. Hierbei bitte ich, die beigegebenen Abbildungen ins Auge zu fassen, welche ich als möglichst naturgetreue Copien von Präparaten durch die gewandte Hand eines Zeichners anfertigen liess. Die Objecte der Untersuchung waren Embryonen der Forelle aus zwei Portionen von Eiern stammend, die in der Brutanstalt des Hoffischers Kuffer in München bei einer Wassertemperatur von + 9° C sich relativ rasch und sehr gleichmässig entwickelt hatten. Einige Embryonen dieser Portionen schlüpften bereits am 47. Tage nach der Befruchtung aus dem Ei, die Mehrzahl zwischen dem 50. und 60. Tage; die ausgeschlüpften blieben in demselben Trog, also in denselben Temperatur- und Wasserverhältnissen bis zum 72. Tage nach der Befruchtung und täglich wurde von beiden Portionen eine Anzahl Eier, beziehungsweise Embryonen, vom histiologischen Laboratorium abgeholt und erhärtet. Die wohl conservierte Entwickelungsreihe befindet sich in der Sammlung des Laboratoriums, und dieser entnahm ich die Objecte. Die Figg. 1, 2, 4 u. 5 beziehen sich auf Embryonen vom 63. Tage der Entwickelung nach der Befruchtung und ich gehe bei der Schilderung von dieser Stufe aus.

Der Querschnitt (Fig. 1) des Rückenmarkes der Forelle vom 60. Tage der Entwickelung hat annähernd Kreisform, nur die der Chorda anliegende Seite ist leicht concav. Etwa $^6/_7$ der Peripherie ist von weisser Masse umschlossen, ein dorsaler Abschnitt aber, der etwa $^1/_7$ der Peripherie beträgt, zeigt die zellenreiche Anlage der grauen Substanz in Contact mit der Membrana prima von Hensen. Diese strukturlose Lamelle ist deutlich im ganzen Umfange nachweisbar. An der gesammten Peripherie des Markes treten Radiärfasern

hervor, die, wie dieselben Elemente der Retina, mit konisch verbreitetem Fussende sich mit der Membrana prima verbinden. Die weisse Masse entspricht wohl nicht allein dem Vorderseitenstrange, die äusserste dorsale (hintere) Partie derselben zeigt im Querschnitt eine feinere und dichtere Punktirung und ist, wenn auch nicht scharf, von der übrigen Masse abgesetzt. Diese Partie halte ich für die Anlage der Hinterstränge, weil sich Fasern der dorsalen (hinteren) Wurzel theils enge an dieselbe anlehnen, theils hineindringen. Indessen ist dieser Anhaltspunkt kein ganz sicherer. Die ventralen (vorderen) Wurzeln verlassen das Rückenmark an den lateralen Grenzen der concaven ventralen (vordern) Seite und gehen bündelweise durch Oeffnungen der Membrana prima. So deutlich sieht man den Durchtritt der dorsalen (hinteren) Wurzeln durch die Membrana prima nicht, weil die Fasern nicht zu so starken Bündeln vereint sind.

Der Centralkanal liegt bedeutend näher der ventralen, als der dorsalen Oberfläche und ist von Cylinderepithel umfasst, das 2—3 zeilig angeordnet ist. Vom Epithel geht ein starker Faserstrang, der zum Theil gewiss aus Radiärfasern besteht, ventralwärts bis zur Oberfläche, eine Raphe erstreckt sich von der das Lumen begrenzenden Cuticula des Epithels in der Medianebene dorsalwärts fort; diese Raphe sieht wie eine Contactfläche des von beiden Seiten her bis zur Berührung zusammengerückten Epithels aus, ist aber deutlich kaum bis zur Hälfte der Strecke zu verfolgen, die den Canal von der dorsalen (hinteren) Oberfläche trennt. Die Anlage der Vorderhörner ist durch einen bogenförmigen Faserzug (halb kreisförmiges Stratum, Hensen[1]) von der übrigen grauen Masse abgesetzt. Dieser Faserzug geht in die ven-

1) Hensen, Beobachtungen über Befruchtung u. Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens, Zeitschrift f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte, Bd. I S. 387. 1876.

trale (vordere) Commissur über (Commissura transversa von Stieda).[1]) Die Anlage des Vorderhornes ist im Querschnitt dreieckig und enthält überwiegend kleine Zellen, an denen der Kern fast allein zu sehen ist. Denkt man sich das Vorderhorn von der übrigen grauen Substanz getrennt, so zeigt letztere im Querschnitt Leierform. Zwischen dem Epithel und dem halbkreisförmigen Stratum liegt eine Zone kleiner Zellen, an denen, wie an denselben Elementen des Vorderhorns der Zellkörper um den Kern so schwach entwickelt ist, dass man denselben nur an den abgehenden feinen Fäserchen erkennt. Dorsal vom Centralkanal finden sich zu beiden Seiten der Mittellinie auch grössere Kerne mit deutlichem Zellkörper.

Theilt man die ganze Strecke zwischen dem Centralkanal und der dorsalen Oberfläche in drei gleiche Zonen, so ist die mittlere Zone dadurch ausgezeichnet, dass innerhalb derselben Fäserchen von einer Seite zur andern hinüberziehen, also die dorsale (hintere) Commissur bilden; im Bereich dieser Commissur finden sich quer gestellt längliche Zellen, die mit den Commissurenfasern zusammenhängen. An der äussersten dorsalen Oberfläche dieser an kleinen Zellen reichen Anlage der grauen Substanz finden sich die grossen multipolaren Zellen, von denen hier speziell die Rede ist. Sie tangiren die Membrana prima. Sie erscheinen bisweilen ganz abgerückt von der grauen Substanz, aber wohl nur deshalb, weil letztere bei der Erhärtung des Objectes sich etwas von der Membrana prima zurückgezogen hat.

Zunächst die Beschaffenheit der Zellen. Was die Grösse betrifft, so betrug der Durchmesser des Zellkörpers in der Breite durchschnittlich 22—24 $\mu$. Der Zellkörper färbt sich ziemlich intensiv und ist schwach granuliert. Der grosse

1) Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische. Zeitschrift für wiss. Zoologie. XVIII. Bd. Leipzig 1868. S. 12.

kreisförmige Kern zeigt in den meisten Fällen eine schwächere Imbibition als das Protoplasma, dagegen ist das Nucleoplasma grobkörniger als der Zellleib; die Lage des Kernes ist eine excentrische und zwar befindet derselbe sich an der medialen Seite der Zelle, häufig hart an der Oberfläche derselben (vergl. Fig. 1). Ausserdem besitzt der Kern oftmals ein deutliches Kernkörperchen. Die ziemlich starken Zellfortsätze, an Querschnitten 4—5 an der Zahl, setzen sich nach verschiedenen Richtungen hin fort, man kann sie aber nur auf kurze Strecken verfolgen, da sie allmählich in sehr dünne Fäserchen auslaufen, falls sie bei der Schnittführung von dem Zellleibe nicht frühzeitig abgetrennt worden sind. Ob sich einzelne oder mehrere dieser Fortsätze theilen, das vermag ich meiner bisherigen Beobachtung gemäss weder zu bejahen noch zu verneinen.

Bezüglich der Zeit, in welcher diese Ganglienzellen in dem sich entwickelnden Neuralrohre zum ersten Male auftreten, kann ich, soweit dies aus meinen Präparaten hervorgeht, den 40. Tag der Entwickelung mit aller Sicherheit angeben. Es ist nun sehr charakteristisch, dass die Ganglienzellen um diese Zeit unmittelbar der Hensen'schen Membrana prima anliegen, von der sie sich im Laufe der Entwickelung allmählich entfernen, d. h. sie werden von der in ihrer Umgebung immer mehr anwachsenden weissen Rückenmarkssubstanz überwuchert, wie mir ein Vergleich der Schnitte aus verschiedenen Entwickelungsstadien zeigte.

Als einen andern charakteristischen Umstand kann ich noch erwähnen, dass ich zur Zeit des ersten Auftretens der in Rede stehenden Ganglienzellen in andern Regionen des Rückenmarkes und im ganzen Gehirn keine Spur von Elementen finden konnte, die bereits den Charakter von Nervenzellen an sich getragen hätten. Nur die Zellen der Spinalganglien liessen sich nach Grösse und Aussehen mit diesen vergleichen.

Im Betreff der Lagerung dieser am frühesten erscheinenden Nervenzellen kann ich ebenfalls zuverlässige Angaben machen. Diese Zellen erstrecken sich nach vorn (cranialwärts) bis an die hintere Grenze des Gehirnes, d. h. der Medulla oblongata; die vordersten trifft man hinter der Spitze der dreieckigen dünnen Decke des Calamus scriptorius, und, nach rückwärts, längs des ganzen Rumpftheiles des Rückenmarkes.

Für die spezielle Bestimmung der Lageverhältnisse dieser grossen Nervenzellen gilt unter allen Umständen Folgendes: Geht man zunächst bei der Untersuchung von Querschnitten (Fig. 1) aus, so zeigt sich, dass eine Ganglienzelle der rechten und eine zweite der linken Rückenmarkshälfte zukommt. Dabei befinden sich beide Zellen in zwar etwas wechselndem, aber stets nur geringem Abstande von der Medianebene, wo später die Fissura longitudinalis posterior entsteht. Man könnte also an eine bilaterale symmetrische Anordnung derselben im Rückenmarke denken. Doch ist dies keineswegs der Fall; denn bei der Betrachtung eines horizontal (frontal) geführten Längsschnittes (Fig. 2) stellt sich ein anderes Verhältniss heraus. Man sieht dabei, dass die Ganglienzellen unregelmässig gelagert, gleichsam gegen einander alternirend erscheinen. Aus diesem Umstande erklärt sich der an Querschnitten (vergl. Fig. 4) oftmals vorhandene Mangel einer zweiten Zelle. Ungeachtet dieses Alternirens lässt sich mit aller Bestimmtheit behaupten, d a s s j e d e r R ü c k e n m a r k s - h ä l f t e b l o s e i n e e i n z i g e L ä n g s r e i h e s o l c h e r N e r v e n z e l l e n z u k o m m t.

Bezüglich der Zellfortsätze habe ich noch einige Bemerkungen zu machen. Die Fortsätze sind in den meisten Fällen gleichmässig stark entwickelt. In Fällen deutlicher Wahrnehmung lässt sich auch die Verlaufsrichtung einzelner Fortsätze eruiren. Gewöhnlich verläuft der eine Fortsatz schräg dorsalwärts und ist an sagittalen Längsschnitten sehr gut zu sehen (Fig. 5 Rz), wo er sich an die Membrana

prima anschmiegt, der andere verläuft lateral (Fig. 1 u. 4 Rz), der dritte tritt in transversaler Richtung über die dorsale Medianebene ober dem Centralkanal auf die entgegengesetzte Rückenmarkshälfte hinüber. Ausserdem zeigte mir Herr Professor Dr. Kupffer Präparate, wo eine Anastomose zwischen einer rechten und einer linken Ganglienzelle mit voller Sicherheit beobachtet werden konnte.

Nun halte ich diese Gelegenheit als die geeignetste, um die jetzt in den Vordergrund tretende Frage zu beantworten: Welchen Nervenzellen im Rückenmarke anderer Thiere sind die der Forelle zu vergleichen? Hiebei kommt in erster Reihe das Lanzettfischchen (Amphioxus lanceolatus) in Betracht.

Aus der Beschreibung der Nervenzellen im centralen Nervensystem des Amphioxus von Stieda geht es hervor, dass homologe Zellen auch bei diesem Thier vorhanden sind. Von den Zellen, welche ich meine, sagt Stieda[1]): „Es scheint, dass diese grössten Zellen, welche im Verhältniss zum Amphioxus kolossal sind, von Owsjannikow nicht gesehen worden sind, wahrscheinlich weil sie seltener sind, als die anderen und man sehr grosse Schnittserien durchmustern kann, ohne sie anzutreffen; . . . sie sind spindelförmig, drei- oder viereckig. . . . Die grössten Zellen liegen quer im mittleren Abschnitt des Markes“ u. s. w.

Später habe ich dieselben Zellen an Zerzupfungspräparaten von frischen Rückenmarken des Amphioxus untersucht und in den meisten Fällen die multipolare Gestalt bei ihnen gesehen, ohne irgend einen Zusammenhang mit den dorsalen (hinteren) Spinalwurzeln oder mit den starken, den Müller'schen Fasern der Petromyzonten vergleichbaren Längsfasern beobachtet zu haben. Ueber die Zellen sagte

1) Stieda, Studien über Amphioxus lanceolatus. Mémoires de l'Acad. imp. de sciences de St. Pétersbourg. VII. sér. Tome XIX, Nr. 7. St. Pétersbourg 1873. S. 741.

ich in meiner Abhandlung[1]): „Einzelne colossale Ganglienzellen von den letzteren (multipolaren) tauchen in nicht unbedeutenden Entfernungen von einander in der Mittellinie der dorsalen Markpartie und in der nächsten Nähe des Centralkanals auf.“ Der topographischen Lage und der Gestalt nach glaube ich demnach diese Zellen des Amphioxus mit den besprochenen der Forelle als homologe Gebilde betrachten zu können.

Es folgt die Berücksichtigung der Cyklostomen, beziehungsweise der Petromyzonten.

Auch bei diesen Thieren kommen Nervenzellen des Rückenmarkes vor, welche ihrer Gestalt und Lage nach denen der Forelle entsprechen. Owsjannikow[2]) zeichnete bereits grosse Ganglienzellen an einem Längsschnitt des Rückenmarkes des Petromyzon fluviatilis (Tab. II. Fig. III. D), die an unsere Ganglienzellen erinnern. Ein genauer Vergleich lässt sich jedoch auf Grund der Untersuchungen von Owsjannikow nicht durchführen. Erst die Untersuchungen von Reissner[3]) bieten einen sicheren Ausgangspunkt. Ueber die Zellen des Rückenmarkes schreibt Reissner[4]): „Unter den Zellen lassen sich an den meisten Stellen des Rückenmarkes mit Leichtigkeit vier Arten unterscheiden. Zellen von den bedeutendsten Dimensionen finden sich an zwei verschiedenen Stellen; ich will sie als

1) Rohon, Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. XV. Bd. der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akad. der Wissenschaften. Wien 1882. Separatabdruck S. 51.

2) Owsjannikow, Disquisitiones microscopicae de Medullae spinalis textura, imprimis in piscibus factitatae. Dissertatio inauguralis. Dorpati MDCCCLIV.

3) Reissner, Beiträge zur Kenntniss vom Bau des Rückenmarkes von Petromyzon fluviatilis B. Archiv für Anat. u. Physiol. Leipzig 1860.

4) A. a. O. S. 553—554.

mittlere und äussere grosse Nervenzellen bezeichnen. Die mittleren grossen Nervenzellen liegen immer im oberen Rande der grauen Masse, bald über der Contour desselben hervorragend, bald tiefer in die graue Masse eingesenkt, gewöhnlich etwas zur Seite der Mittellinie, selten gerade in der Mitte oder etwas weiter nach aussen (Fig. 1 d)."

„Meist enthält ein Querschnitt des Rückenmarkes nur eine derartige Zelle, bisweilen aber auch zwei und dann gewöhnlich eine auf jeder Seite der Mittellinie; . . . In Querschnitten aus den mittleren Theilen zeigten die Zellen einen längeren Durchmesser von 0,0150'''—0,0225''' und einen kürzeren von 0,0127'''—0,0153'''; ersterer entspricht der Breite, letzterer der Dicke der Zellen; jener liegt meist wagerecht, höchst selten nur schräg oder gar senkrecht, dieser meist senkrecht im Verhältniss zum ganzen Rückenmark. . . . Eine Zellenmembran ist nicht nachweisbar. Die Substanz der Zellen erscheint fein granulirt und wird durch Carmin lebhaft roth gefärbt. Der Zellenkern, gewöhnlich länglich rund, 0,0087'''—0,012''' im Durchmesser haltend, ist ursprünglich wohl immer homogen . . . . An recht dünnen Schnitten nimmt sich der Kern, der gar nicht selten unregelmässig verschrumpft angetroffen wird, heller aus, als die umgebende Substanz der Zelle. Nur höchst selten bemerkte ich in Querschnitten einen wagerecht nach aussen oder senkrecht nach oben gehenden Fortsatz, dessen Länge höchstens dem grösseren Durchmesser der Zelle gleichkam; in der Regel fehlen solche Fortsätze."

Aus dem Vorangehenden ist es evident, dass die von Reissner beschriebenen Nervenzellen unzweifelhaft homolog sind mit denen der Forelle. Bevor ich in der Anführung der Literatur fortfahre, erlaube ich mir auf die den fraglichen Zellen von Reissner beigelegte Bezeichnung im Interesse des allgemeinen Verständnisses zurückzukommen. Wie wir

soeben sahen, spricht Reissner im vorangehenden Citat von äusseren und mittleren grossen Nervenzellen. Allein das Wort „mittleren" ist ganz entschieden ein Lapsus calami; denn liest man die ganze Abhandlung Reissner's durch, so ist nicht mehr von mittleren, sondern ausschliesslich von „inneren grossen Nervenzellen" die Rede, was jedenfalls mit der Eintheilung und Beschreibung der Nervenzellen im ganzen Text übereinstimmt.[1]) Diese Bemerkung wird Jedermann am Platze finden, wenn er in der Literatur bald von „mittleren grossen", bald von „inneren grossen Nervenzellen" von Reissner zu lesen bekommt. Unzweifelhaft muss solcher Umstand zu nachtheiligen Missverständnissen führen. Im Sinne Reissner's existieren also blos innere und äussere grosse Nervenzellen. Im Hinblick auf die wichtige morphologische Bedeutung, welche den inneren grossen Nervenzellen zukommt", bringen wir für diese Zellen kurzweg die Bezeichnung der „Reissner'schen Zellen" in Vorschlag und wir möchten diese Bezeichnung auf alle jene Nervenzellen des Rückenmarkes der Wirbelthiere und des Menschen ausdehnen, die sich in morphologischer und physiologischer Beziehung mit den inneren grossen Zellen im Rückenmarke der Petromyzonten decken. Unter allen Umständen scheint uns diese Bezeichnungsweise eine correcte zu sein. Man kann die Zellen nicht mit Stilling[2]) als die Repräsentanten der „grauen Hinterhörner" benennen, da von Hinterhörnern bei Petromyzonten keine Spur vorkommt. Sie als „Hinterzellen" mit Freud[3]) zu bezeichnen, geht wohl

---

1) Vergl. Reissner a. a. O. S. 566, 578 u. 584.

2) Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. Cassel 1859. S 849. Vergl. auch Taf. XXVIII, Fig. 39, 10; Figg. 37 u. 38.

3) Freud, Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammocoetes (Petromyzon Planeri). Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturwissenschaftliche Classe. LXXV. Band. III. Abth. Jahrgang 1877. Wien 1877.

auch nicht recht an, weil nach den Untersuchungen von Reissner die dorsalen Spinalwurzeln bei Petromyzonten nicht blos aus den grossen Nervenzellen (Reissner'schen Zellen) wie Freud nachwies, sondern auch aus den kleinen, hinter dem Centralkanal gelegenen Nervenzellen mit grosser Wahrscheinlichkeit ihren Ursprung nehmen. Somit müssten die letzteren Nervenzellen gleichfalls den Namen der „Hinterzellen" führen, zumal Freud selber zugeben muss,[1]) dass die dorsalen Wurzeln bei Ammocoetes branchialis nicht ausschliesslich aus den „Hinterzellen" hervorgehen.

Nach Reissner untersuchte den Bau des Neunaugen-Rückenmarkes Kutschin. Die Arbeit ist mir blos nach dem Referat von Stieda bekannt, und ich führe hier die Stellen des Referates wörtlich vor, welche sich auf die Reissner'schen Zellen beziehen. Stieda[2]) sagt: „Die grossen Nervenzellen der inneren oder centralen Gruppe liegen entsprechend der Längenausdehnung des Rückenmarkes in zwei Längsreihen der Art, dass eine Reihe dem Centralkanal näher liegt, die andere weiter nach aussen. Die Zellen liegen selten in einer und derselben Querebene, so dass auf Querschnitten gewöhnlich eine Zelle auf der einen oder auf der andern Seite gefunden wird, selten zwei Zellen auf einer Seite. Die Zellen sind 0,063—0,068 mm lang, 0,039—0,042 mm breit und 0,025—0,028 mm dick. Auf Querschnitten erscheinen sie meist ohne Fortsätze. Auf Längsschnitten zeigen sie wenigstens zwei Fortsätze, von denen der eine in der Richtung zum Gehirn, der andere in der Richtung zum Schwanzende verläuft. . . . Kutschin leugnet mit Reissner jegliche Beziehung dieser Nervenzellen zu den

1) Ibid. S. 26—27.

2) Stieda, Referate aus der russischen Literatur. Kutschin, Ueber den Bau des Rückenmarkes des Neunauges. Kasan. Diss. inaug. 1863. M. Schultze's Archiv f. mikr. Anatomie Bd. II. 1866. Separat-Abdruck S. 526—527.

sogenannten Müller'schen Fasern der weissen Substanz. Die Zellen haben aber noch einen dritten Fortsatz. Dieser von Reissner zuerst erwähnte Fortsatz, geht senkrecht nach oben und konnte von Kutschin bis in die obere Wurzel hinein verfolgt werden. Einmal sah Kutschin sogar zwei Fortsätze von einer Zelle der äussern Reihe der Centralgruppe in die obere Wurzel eintreten."

Ich wende mich zu den bereits erwähnten Untersuchungen von Freud. Durch dieselben hat Freud die directe Beziehung der Reissner'schen Zellen mit den dorsalen Wurzeln mit aller Sicherheit festgestellt. Durch die Feststellung des continuirlichen Ueberganges eines Fortsatzes der Reissner'schen Zellen in eine Faser der dorsalen Spinalwurzel wurde über die morphologische und physiologische Bedeutung der Reissner'schen Zellen zum grossen Theil entschieden, zugleich aber auch die Grundlage für die Vergleichung derselben Zellen mit denen anderer Thiere geschaffen.

Bevor ich die Petromyzonten verlasse, muss ich die diesbezüglichen Untersuchungen von Ahlborn aus neuester Zeit berücksichtigen. Ueber die „Hinterzellen" von Freud äussert sich Ahlborn[1]) folgendermassen: „Allein wenn ich die Freud'schen[2]) Zeichnungen mit meinen Präparaten und der Figur 48 vergleiche, so kann ich ein Bedenken nicht unterdrücken, dass nämlich die in Rede stehenden Zellen, die er kurz als Hinterzellen bezeichnet, vielleicht gar nicht identisch sind mit den grossen inneren Zellen Reissner's, die doch bei dem erwachsenen Petromyzon Planeri dicht neben der Mediane liegen. Die Freud'schen „Hinterzellen" von Am-

---

1) Ahlborn, Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. XXXIX. Bd. S. 242.

2) Ich erlaube mir eine Correctur an der Schreibweise dieses Namens vorzunehmen. Ahlborn spricht nämlich fortwährend irrthümlich vom Autor Freund.

mocoetes, deren Zusammenhang mit den dorsalen Nervenwurzeln in Freud's Figur 1 u. 2 dargestellt ist, liegen ausserhalb des Bereichs, in welchem wir bei dem erwachsenen Petromyzon die „grossen mittleren Zellen [1])" Reissner's antreffen, und stimmen hinsichtlich der Form gar nicht mit diesen überein. Es ist daher viel wahrscheinlicher, dass die von Freud abgebildeten „Hinterzellen" in die Kategorie der von Reissner als „kleinere Zellen" beschriebenen Organe gehören. In diesem Falle würde Freud's Beobachtung die Angaben bestätigen, welche Reissner über den Ursprung der hinteren Spinalwurzeln gemacht hat, dass nämlich höchst wahrscheinlich nur von den „kleineren Zellen" Fasern zu den oberen Wurzeln ausgehen; und die Frage über die Bedeutung der „mittleren grossen Zellen" würde wiederum eine offene sein, zumal die Beobachtung von Langerhans — wie Freud sehr richtig ausgeführt hat — keine sichere Beweiskraft besitzt. Ich selbst habe die „mittleren grossen Zellen" (an einer grösseren Anzahl vorzüglicher Osmiumsäure-Präparate aus dem vorderen Theile des Rückenmarkes) wiederholt eingehend betrachtet, ohne jedoch einen Anhalt für die direkte Verbindung derselben mit den sensiblen Nervenwurzeln finden zu können. Stets erblickte ich auf Sagittalschnitten kurze, starke, nach vorn (nasalwärts) gerichtete Zellfortsätze und eben solche feinere, die sich sehr schnell in rein dorsal-ventraler Richtung (nach oben) auflösten; Querschnitte zeigten ausserdem zuweilen einzelne feine Fortsätze, die eine seitliche Richtung verfolgten. Niemals habe ich das Umbiegen einer dieser Fortsätze gegen die Austrittsstelle der dorsalen Nervenwurzel beobachten können. Dagegen glaube ich nicht mehr bezweifeln zu dürfen, dass die dorsalen Nervenwurzeln, wenigstens zum Theil thatsächlich ihren Ursprung in den „kleineren

---

1) Lies: „grosse innere Zellen".

Zellen" Reissner's nehmen, wenn es mir auch nicht gelungen ist, einen so augenscheinlichen Zusammenhang zwischen beiden zu erkennen, wie ihn Reissner und wohl auch Freud beschrieben haben."

Ich habe nicht die Obliegenheit, Freud's Beobachtung gegen Ahlborn's Anfechtungen zu vertheidigen, aber ich muss meine Meinung dahin äussern, dass Ahlborn's Bedenken gegen Freud keinesfall begründet sind. Dass Ahlborn keine Verbindung der Reissner'schen Zellen mit den dorsalen Spinalwurzeln in seinen Präparaten auffinden konnte, das ist doch kein Beweis gegen die positive Thatsache, welche Freud in exacter Weise aufdeckte! Anders verhält es sich mit der Frage über die topographische Lage der Reissner'schen Zellen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Stellung der Freud'schen Hinterzellen, wie sie seine Abbildungen darstellen, nicht mit der Stellung der Reissner'schen Zellen bei den Abbildungen früherer Autoren übereinstimmt, denn die Entfernung vom Centralkanal und der Dorsomedianebene der „Hinterzellen" von Freud ist eine viel bedeutendere als in den Zeichnungen früherer Arbeiten. Hören wir aber, was Freud diesbezüglich sagt[1]): „Um die Beschreibung der Hinterzellen zu vervollständigen, füge ich hinzu, dass die Anordnung derselben, die man an Längsschnitten oder an unversehrten Stücken Rückenmarks, die man durchsichtig gemacht, — an natürlichen Längsschnitten — studieren kann, eine sehr unregelmässige ist. Es kommen Stellen vor, wo die Hinterzellen gehäuft liegen, daneben andere, wo sie nur vereinzelt und durch weite Distanzen getrennt gefunden werden. Die Hinterzellensäule der einen Seite ist durchaus nicht symmetrisch gegen die der anderen." —

Aus Allem, was ich bisher aus der Literatur über die

1) A. a. O. S. 19.

Reissner'schen Zellen anführte, ist es evident, dass sie mit den von mir hier besprochenen Nervenzellen im Rückenmarke der Forelle homolog sind.

Nunmehr bedarf noch einer Berücksichtigung folgende Frage: Ob auch im Rückenmarke erwachsener Forellen unter ähnlichen Verhältnissen wie im embryonalen Rückenmarke die Reissner'schen Zellen vorkommen. Obwohl ich gegenwärtig über keine Präparate verfüge, an denen die stufenweise Umbildung des embryonalen Rückenmarkes in das der erwachsenen Thiere continuirlich dargelegt wäre, so glaube ich dennoch mit Sicherheit behaupten zu können, dass dieselben Zellen unter gleichen Verhältnissen auch im Rückenmarke erwachsener Forellen vorhanden sind.

Ich weise zu diesem Behufe auf Fig. 3a hin, einen Querschnitt des Rückenmarkes der erwachsenen Forelle darstellend. Die Zeichnung ist einem Präparate aus einer continuirlichen Serie von mehr als 70 Schnitten entnommen. An derselben gewahrt man an der äussersten dorsalen Grenze derjenigen Partie der grauen Substanz, die als dorsales Horn (Hinterhorn) bezeichnet werden kann, eine grosse multipolare Nervenzelle (R z). Dieselbe ist in Figur 3b bei stärkerer Vergrösserung dargestellt; sie zeigt in einer Ebene vier Ausläufer, von denen zwei die dorsale Verlaufsrichtung einhalten, der dorsalen Wurzel sich anschliessend. Ein Ausläufer erstreckt sich ventralwärts. Die Zellen erscheinen in den Schnitten der Serie stets vereinzelt, stets nur je auf einer Seite. In vier von 24 auf einander folgenden Schnitten wurden sie viermal gesehen. Diese Verhältnisse stehen in voller Uebereinstimmung mit denen im embryonalen Marke. Demnach erhalten sich die Reissner'schen Zellen im Marke der erwachsenen Forelle in ihrer typischen Lagerung und Form.

Ich will noch hinzufügen, dass sich bei einer mehrfach vorgenommenen Zählung 6—8 Paare der Reissner'schen Zellen auf ein Myomer der embryonalen Forelle ergaben.

Ferner muss ich noch zweier Arbeiten erwähnen, nämlich der von Mauthner und von Stieda. Beide haben histiologische Angaben über das Rückenmark des Hechtes bereits vor Jahren veröffentlicht und es ist jedenfalls vom Interesse, diese Angaben auf die Frage zu prüfen, ob die beiden Autoren die Reissner'schen Zellen im Marke des Hechtes beobachtet haben oder nicht?

Mauthner[1]) beobachtete Zellen, die neben und hinter dem Centralkanal lagen, und er konnte deren Fortsätze in Beziehung zu den dorsalen (hinteren) Spinalwurzeln bringen; man könnte daraus schliessen, dass Mauthner die Reissner'schen Zellen vor Augen hatte. Andererseits zweifle ich doch daran, denn Mauthner fand die Zellen ausschliesslich im obersten Theile des Rückenmarkes, während sie in den anderen Regionen des Rückenmarkes fehlten.

Betrachtet man die Figur IV, Tafel I der Abhandlung von Stieda[2]), so möchte man glauben, dass Stieda die Reissner'schen Zellen sah. Dem ist jedoch nicht so, wenn man den Text zu Rathe zieht. Möge der Autor selbst sprechen. Stieda sagt[3]): „Die Oberhörner (e) zeichnen sich meist durch eine etwas abweichende, röthlich gelbe Färbung aus, erscheinen auf Querschnitten fein granulirt oder der Länge nach fein gestreift. Sie enthalten Bindegewebskörperchen in geringer Menge und in dem zum Centralkanal gewandten Theile kleine spindelförmige Nervenzellen von derselben Beschaffenheit, wie die von den Unterhörnern beschriebenen. Selten findet sich auch hier eine grosse Nervenzelle und zwar dann

1) Mauthner, Elemente des Nervensystems. Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. XXXIX.

2) Stieda, Ueber das Rückenmark und einzelne Theile des Gehirns von Esox lucius L. Inaugural-Abhandlung der medicinischen Facultät in Dorpat 1861.

3) Ibid. S. 18 u. 19.

nur in der Basis." Demgemäss dürfte Stieda ebensowenig wie Mauthner die Reissner'schen Zellen im Rückenmarke des Hechtes gesehen haben.

Bevor ich diesen Aufsatz schliesse, will ich das Verhalten der Fortsätze der Reissner'schen Zellen zusammenfassen:

1. Die dorsalen Ausläufer (Fig. 5), die sich der Membrana prima anschmiegen, verlaufen höchst wahrscheinlich in longitudinaler Richtung cranialwärts, beziehungsweise caudalwärts.

2. Die lateralen Ausläufer lassen zweierlei Verhalten unterscheiden: a) sie erstrecken sich von der Zelle im Zwischenraum zwischen der Membrana prima und der Oberfläche des Markes gegen die Stelle hin, wo die dorsalen Wurzelfasern die Membrana prima durchsetzen und können nur die Bedeutung von dorsalen Wurzeln haben. (Vergl. Figur 1.) b) Ausläufer, die dieselbe Richtung, also wohl auch dieselbe Bedeutung haben, entspringen von Reissner'schen Zellen der entgegengesetzten Seite. (Vergl. Fig. 4 l. f.)

3. Ventrale Ausläufer, die sich etwa dem halbkreisförmigen Stratum Hensen's anschliessen, sind nicht mit Sicherheit gesehen worden.

4. Von kleinen rundlichen Zellen der dorsalen Oberfläche der grauen Substanz entspringen Ausläufer, die zum Theil dieselbe Verlaufsrichtung nehmen, wie die den dorsalen Wurzeln zustrebenden Ausläufer der Reissner'schen Zellen. (Fig. 4. kz.)

## Resultate.

1. Die ersten deutlich erkennbaren Nervenzellen im Rückenmarke entstehen bei der Forelle, noch vor dem Ausschlüpfen, nicht im motorischen (ventralen), sondern im sensiblen (dorsalen) Gebiete.

2. Diese Zellen, als Reissner'sche Zellen zu bezeichnen, zeigen sich früher im Bereiche des Rückenmarkes als des Gehirns.

3. Die Reissner'schen Zellen haben Beziehungen zu den dorsalen Wurzeln derselben und der entgegengesetzten Seite.

4. Die dorsalen Wurzeln entspringen aber nicht ausschliesslich aus diesen Reissner'schen Zellen, sondern auch aus Zellen, die bei der Forelle zur Zeit des Ausschlüpfens kleine rundliche Elemente sind.

5. Die Reissner'schen Zellen liegen jederseits in einer Längsreihe.

6. Die einzelnen Elemente dieser Reihen alterniren der Lage nach; sind also nicht bilateral symmetrisch angeordnet.

7. Bei der Forelle, etwa um die Zeit des Ausschlüpfens, finden sich 6—8 Paar Reissner'scher Zellen im Bereiche eines Myomers.

8. Bei der erwachsenen Forelle finden sich grosse multipolare Nervenzellen gleichfalls jederseits in einfacher Reihe und alternirend angeordnet an der dorsalen Grenze des dorsalen (hinteren) Hornes der grauen Masse, deren Fortsätze zum Theil die Richtung der dorsalen Wurzeln einhalten.



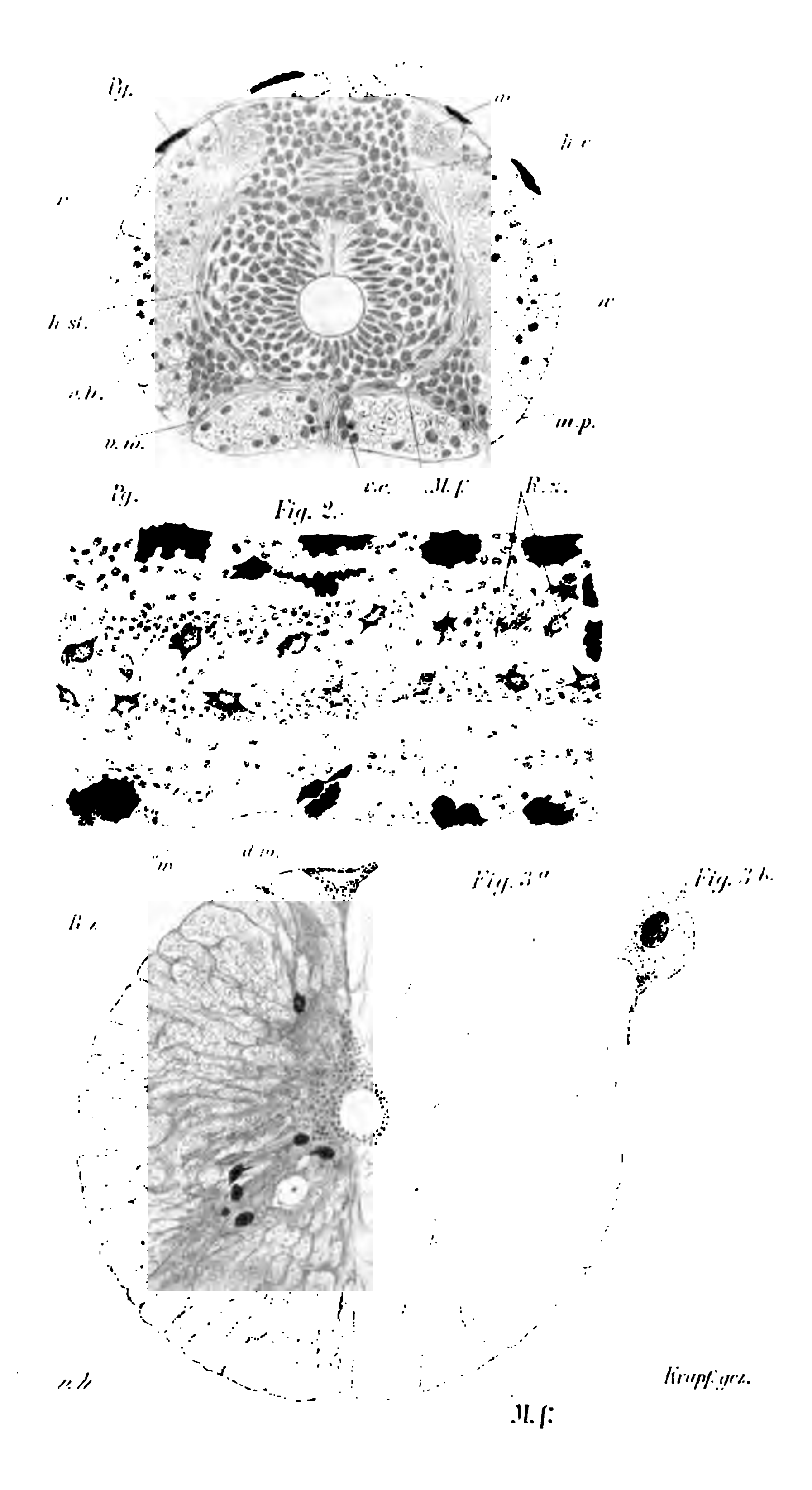

Pg.
m
h.c
r
h.st.
a.h.
m.p.
v.m.
c.c.
M.f.
R.z.
Pg.
Fig. 2.
d.m.
Fig. 3 a
Fig. 3 b.
R.z
a.h
M.f.
Krapf gez.

Fig. 4.

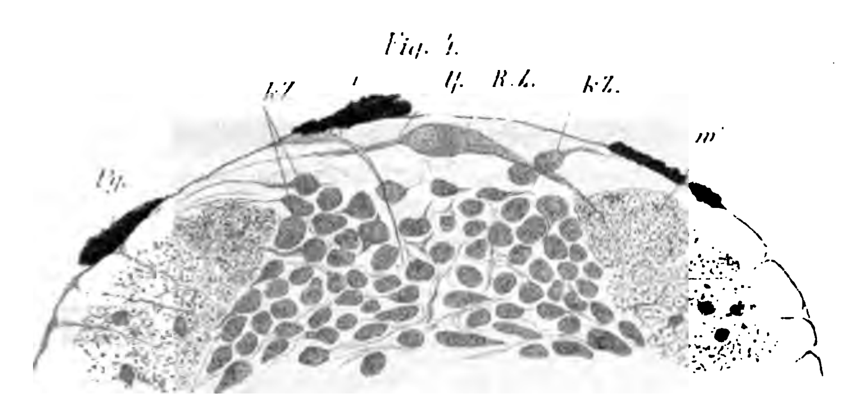



Fig. 5.

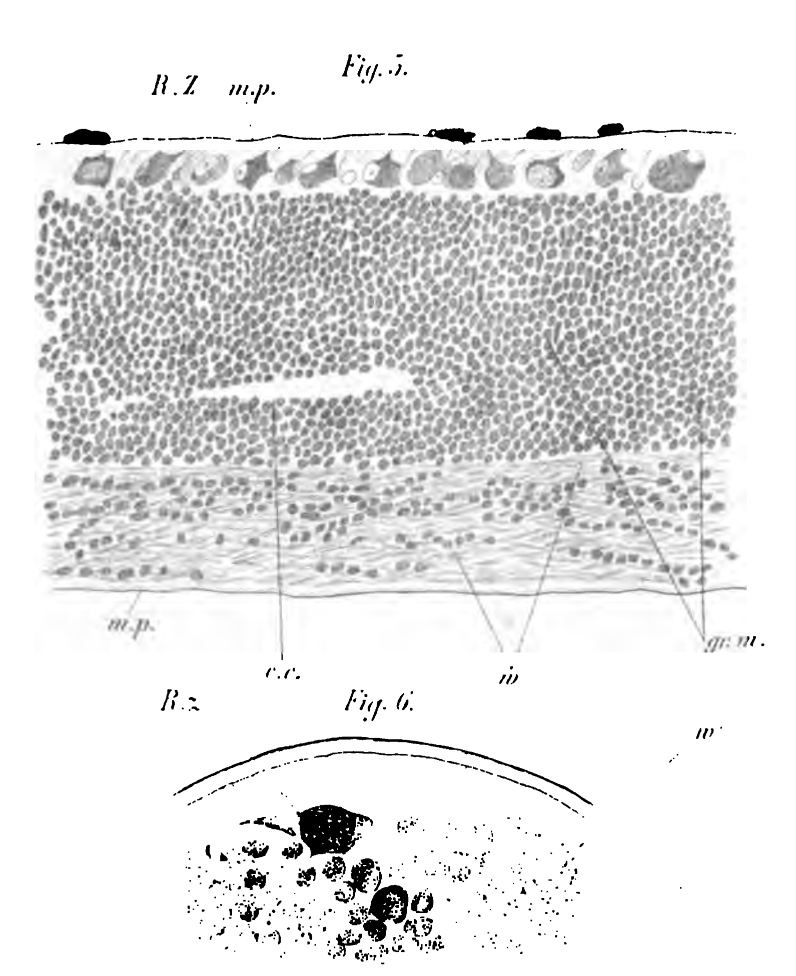
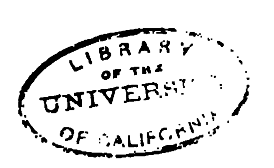



Fig. 6.

Krapf gez.



**Erklärung der Abbildungen.**

Tafel I.

Figur 1. Querschnitt durch das Rückenmark einer vor Kurzem ausgeschlüpften Forelle. Vergrösserung: Hartnack Syst. 7. Oc. III. m. p = membrana prima Henseni, w = Vorderseitenstrang, w′ = Hinterstrang, v. h = Vorderhorn, v. w = ventrale (vordere) Wurzel, v. c = commissura anterior, M. f = Mauthner'sche Faser, h. c = commissura posterior, h. st = halbkreisförmiges Stratum (Hensen), r = Radiärfasern, Pg = Pigment, R. z = Reissner'sche Zellen.

Figur 2. Horizontaler (frontaler) Längsschnitt durch das gleiche Rückenmark. Vergrösserung: Hartnack Syst. 7. Oc. III. Pg = Pigment, R. z = Reissner'sche Zellen, w′ = Hinterstrang.

Figur 3a. Querschnitt durch das Rückenmark einer erwachsenen grösseren Forelle. Vergrösserung: Hartnack Syst. 4. Oc. III. v. h = Vorderhorn, M. f = Mauthner'sche Faser, R. z = Reissner'sche Zelle, d. w = dorsale (hintere) Wurzel.

Figur 3b. Die Reissner'sche Zelle des vorangehenden Querschnittes. Vergrösserung: Leitz Immers: IX. Oc. I.

Tafel II.

Figur 4. Dorsaler Abschnitt eines Rückenmark-Querschnittes von einer vor Kurzem ausgeschlüpften Forelle. Vergrösserung: Seibert Immers. VII. Oc. 0. Pg = Pigment, w′ = Hinterstrang, R. z = Reissner'sche Zelle, l. f = lateraler Fortsatz derselben, k. z = kleine Nervenzellen, r* = eine Radiärfaser.

Figur 5. Sagittaler Längsschnitt durch das Rückenmark einer vor Kurzem ausgeschlüpften Forelle. Vergrösserung: Hartnack Syst. 7. Oc. III. R. z = Reissner'sche Zelle, m. p = membrana prima Henseni, cc = angeschnittener Centralkanal, w = Vorderseitenstrang, gr. m = graue Masse.

Figur 6. Dorsaler Abschnitt eines Rückenmark-Querschnittes des ausgeschlüpften Salmo salvelinus (vom 82. Tage der Entwickelung). Vergrösserung: Seibert Immers. VIII. Oc. I. w′ = Hinterstrang, R. z = Reissner'sche Zelle.

---

Herr L. Radlkofer sprach:

„Ueber die Zurückführung von Forchhammeria Liebm. zur Familie der Capparideen.“

Es mag mir gestattet sein, hier des näheren über ein Resultat zu berichten, welches die Anwendung der anatomischen Methode in der Systematik jüngst ergeben hat, und dessen ich an anderer Stelle, bei der Betrachtung des Werthes dieser Methode (s. die akademische Festrede „Ueber die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode“. München 1883, p. 54), nur im Vorbeigehen habe gedenken können.

Es ist das der Nachweis der Zugehörigkeit von Forchhammeria Liebm. zur Familie der Capparideen, welcher Familie diese Gattung schon von ihrem Autor zugewiesen worden war, während sie später von den gewiegtesten Systematikern bald als Euphorbiacee, bald als fragliche Malvacee angesprochen wurde.

Zur Orientirung über die Sachlage und um als Anknüpfungspunkte für das Weitere zu dienen mögen zunächst die betreffenden Stellen hier wiedergegeben sein.

Liebmann charakterisirt die Gattung Forchhammeria, mit F. pallida, (in Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn, for Aaret 1853, Kjöbenhavn 1854, p. 93, n. 3 — wiedergegeben in Walpers Ann. VII, 1868, p. 192) folgendermassen;

„Forchhammeria Liebm. Fam. Capparideae. Tribus: Cappareae DC. — Flores diclini. Masculi: Calyx minutus 4—6—8-dentatus, dentibus inaequalibus sensim obsoletis. Corolla nulla. Torus brevissimus carnosus. Stamina 16—24 toro inserta, filamenta filiformia inflexa ima basi monadelpha, antherae basifixae ovatae compressae biloculares, loculis oppositis longitudinaliter dehiscentibus, ovarium rudimentale sessile, stigmate sessili bilobo terminatum. Foeminei: Calyx minutus 6—8-dentatus persistens demum obsoletus. Corolla nulla. Torus brevissimus carnosus calycis fundum tegens in dentes minimos papillaeformes incurvos dorso canaliculatos 8—12 sensim deciduos productus. Ovarium sessile ovale biloculare, loculis biovulatis, ovulis placentae dissepimentali horizontaliter affixis. Stigma sessile carnosum orbiculatum umbilicatum subbilobum papillosum. Bacca ovalis crustacea intus spongioso-mucosa bilocularis, loculis abortu monospermis. Semen oblique ovatum, testa subcoriacea. Embryonis exalbuminosi cotyledones convolutae carnosae."

„Arbuscula mexicana inermis, folia alterna coriacea penninervia integerrima, stipulae nullae. Racemi in axillis foliorum delapsorum multiflori, masculi decidui."

„1. Forchhammeria pallida Liebm. „Sama" incolarum. Arbuscula 6—10-pedalis ramosissima. Rami angulati fusci e foliis deciduis cicatricati. Innovationes ramorum apicales foliiferae albidae basi squamis lanceolatis acutis deciduis instructae. Folia approximata affixa coriacea alterna petiolata elongato-elliptica acuta v. obtusa basi cuneata integerrima penninervia densissime et subtilissime reticulato-venulosa utrinque subtilissime foveolata glaberrima albida 2—3'' longa 6—10''' lata; petiolo 3''' tereti glabro. Flores paniculati in axillis foliorum delapsorum, masculorum rhachis 2—3'' angulata sulcata pallida post anthesin decidua, pedicelli 1—1½''' denticulo rhacheos affixi glabri. Filamenta 1½''' longa.

Paniculae foemineae rhachis crassior pollicaris angulata sulcata, pedicelli 2''' affixi. Bacca magnitudine fere fructus Coffeae arabicae, fusco-virescens pulpa mucosa spongiosa vescibili insipida repleta."

„Habitat in sylvis aridis apricis (Catingas in Brasilia nuncupatis) regionis calidissimae Mexici occidentalis prope littus maris pacifici inter Tehuantepec et Mazatlan (Dp. Oajaca) Novbr. florens et fructificans."

Dieser Charakteristik fügt Liebmann die folgende (hier aus dem Dänischen übersetzte) Bemerkung bei:

„Was die Verwandtschaft der neuen Gattung in der Familie der Capparideen und in der Tribus der Cappareen betrifft, so ist dieselbe noch nicht klar, da es unter den bis jetzt beschriebenen Geschlechtern keines gibt, woran dieses sich unmittelbar anschlösse. Man darf jedoch erwarten, dass die nächste Zukunft Licht über diesen Punkt schaffen wird durch Entdeckung weiterer Gattungstypen der Familie in dem westlichen Gebiete des tropischen America."

Bentham und Hooker (Gen. Plant. I, 1, 1862, p. 104) treten der Auffassung Liebmann's entgegen und führen die Pflanze unter den aus der Familie der Capparideen auszuschliessenden Gattungen mit der Bemerkung auf: „Certe non hujus Ordinis, ob baccam 2-locularem septo crasso coriaceo, habitu etc. etc.: an forte Euphorbiacea?" Diese letztere Anschauung ist von Seite der genannten Autoren in den Gen. Plant. III, 1, 1880, p. 278 zur positiven Geltung gebracht durch Einstellung der Gattung Forchhammeria in die Familie der Euphorbiaceen mit der Gattungsnummer 43, hinter Drypetes, und unter Beifügung der Bemerkung: „Specimen nostrum a Liebmannio acceptum haud perfectum et characterem pro parte e descriptione auctoris excerpimus. Stipulas negat Liebmann sed in specimine certe adsunt parvae, rigidulae, subulatae. Generis ab auctore dubie ad Capparideas relati jam supra I, 104"

[sphalmate 108 legitur] „affinitatem cum Euphorbiaceis indicavimus, inter quas Drypetidi proximum videtur. Muell. Arg. in DC. Prodr. XV, 2, 1258, ex ordine rejecit, ob semina exalbuminosa cotyledonibus convolutis, semina tamen similia observantur in Discocarpo affinibusque."

J. Müller (Argov.) konnte seinerseits, wie eben erwähnt, gelegentlich seiner Bearbeitung der Euphorbiaceen in DC. Prodr. XV, 2, 1866, p. 1258 der von Bentham und Hooker im Jahre 1862 fragweise geäusserten Meinung über die Zugehörigkeit der Gattung zu den Euphorbiaceen nicht beipflichten. Er sagt darüber, indem er sie unter den Genera exclusa aufführt: „Forchhammeria Liebm., a cll. Bentham et Hooker dubitanter ad Euphorbiaceas relata, differt fructu intus spongioso-mucoso, albumine nullo, cotyledonibus convolutis." Eine positive Meinung über ihre Stellung spricht er nicht aus.

Baillon endlich gibt, indem er die Pflanze (Hist. d. Pl. V, 1873, p. 152, n. 9) unter Wiederholung des schon von J. Müller darüber Bemerkten unter den zweifelhaften Euphorbiaceen aufführt, dem Gedanken Raum, dass sie vielleicht zu den Malvaceen gehören möchte: „Euphorbiacée douteuse (Benth. Hook. Gen.); fruit entièrement spongieux, muqueux; embryon sans albumen, à cotylédons convolutés (Malvacée ? ?)."

---

So stand die Sache, als bei meinen Studien über die Sapindaceen die Reihe der Untersuchung eine bei Acapulco in Mexico von Haencke (also nahezu schon vor einem Jahrhunderte, in den Jahren 1789—94) in Fruchtexemplaren gesammelte und von demselben handschriftlich als Sapindacee bezeichnete Pflanze traf, welche durch die Stellung rudimentärer Staubgefässe nahe an dem oberen (beziehungsweise inneren) Ende eines kurzen, fast cylindri-

schen Discus unter der Frucht allerdings zu der Meinung hatte führen können, dass darin eine Sapindacee zu sehen sein möchte. Diese Meinung war zwar nicht im Stande, bei dem mit der Familie näher Vertrauten Wurzel zu fassen; doch machte sie das Interesse für die Pflanze rege und veranlasste mich, Umschau zu halten, welcher Platz ihr im Systeme etwa schon angewiesen sei, oder anzuweisen sein dürfte.

Mehr durch den Habitus der Pflanze als durch bestimmte Charaktere der Fructification wurde nach verschiedenen vergeblichen Versuchen, die Pflanze dieser oder jener Familie zuzuweisen, die Meinung wach gerufen, es sei in ihr eine Capparidee zu sehen.

Die vergleichende Durchsicht der Capparideen des Münchener Herbares liess zunächst in Arten der Gattung Boscia, namentlich in Boscia intermedia Hochst., Schimp. Pl. Abyss. n. 723, welche Oliver (in Flor. trop. Afr. I, 1868, p. 93) zusammen mit Boscia reticulata Hochst., Schimp. Pl. Abyss. n. 1835, als Boscia angustifolia A. Rich. (Flor. Seneg., 1830—33, p. 26, t. 6), aber kaum mit Recht, bezeichnet hat, ferner in einer (ihrer hoffentlich nicht am unrechten Platze befindlichen Etiquette gemäss) von Fenzl in Kotschy's Flor. Aethiop. exsicc., 1837—38, als Boscia octandra Hochst. bestimmten Pflanze aus Sennaar, n. 252, in welcher ich eine besondere Art, Boscia firma[1]), sehe, etwas der Pflanze Aehn-

1) Boscia firma m. (B. octandra, non Hochst., Fenzl in Kotschy Flor. aethiop. 1837—38, n. 252): Frutex arborescens (?); rami stricti, florigeri ad 30 cm longi, diametro basi 5 mm, apice 1,5—2 mm, minutim puberuli, basi glabrati subfusci; folia oblonga, utrinque acuta, submucronulata, rarius subovata obtusiuscula, lamina 5—7,5 cm longa, 2—2,5 cm lata, firme coriacea, cellulis sic dictis spicularibus ramis crebris divaricatis stratum infra epidermidem superiorem sclerenchymaticum efficientibus apice acutato inter cellulas epidermidi inferiori

liches erkennen, und die Nachforschung in der Literatur über die Cappariden führte nun bald zu der Vermuthung,

---

proximas protrusis nec non singulis similibus a pagina inferiore sursum versis firmata, penninervia, nervis lateralibus ante marginem arcuato-anastomosantibus, reti venarum laxo pallidiore subtus prominulo, supra impresso, pagina superiore inde rugulosa, flavescenti-viridia, supra (pilis brevissimis) scaberrima, subtus scabriuscule puberula, margine subcartilagineo; petiolus breviusculus, 5—9 mm longus, crassiusculus, a basi ad apicem angustatus, puberulus, flavidus; stipulae minimae, subulatae; flores in apice ramorum pauci, racemosi; pedicelli (fructigeri tantum suppetebant) 4—6 mm longi, bracteis deciduis (unam tantum vidi lineari-lanceolatam pedicellum ipsum aequantem puberulam), inferiores plus duplo longiores supra medium geniculati. ad geniculum florum abortivorum vel decisorum residuis tuberculati vel protuberantia brevi tuberculata — ut videtur apice inflorescentiae abortivae pedicellum genuinum lateraliter emittentis — instructi, inde inflorescentia terminalis racemus compositus dicendus; sepala ovata, 2 mm longa, reflexa, pleraque decisa; petalorum vestigia nulla; discus parum conspicuus, annularis, verruculosus; staminum residua intra discum ad basin carpophori inserta, carpophorum aequantia; carpophorum breve, apice incrassatum, 1—2 mm longum; bacca globosa, diametro 9 mm, granulata, minutim puberula, pericarpio cellulis sclerenchymaticis coacervatis granuloso-corticoso, endocarpio subchartaceo glabro e cellularum filiformium oblique cruciatarum stratis paucis exstructo; placenta parietalis; semen unicum, ellipsoideum, horizontale, testa tenui membranacea in utroque latere flabellato-venosa; embryo exalbuminosus, pleurorrhizus idemque spirolobeus, cotyledonibus angustis, juxtaposite circinatis, radicula accumbente.

In Sennaar: Kotschy n. 252.

Die Pflanze kommt im Habitus der Boscia angustifolia A. Rich. ziemlich nahe, wenigstens soviel aus Richard's Abbildung in der Flor. Senegamb. I, 1830—33, tab. 6 zu erkennen ist. Dessen Beschreibung aber lässt eine Vereinigung beider Pflanzen als unthunlich erscheinen, namentlich mit Rücksicht auf das, was er über die als vollständig kahl bezeichneten Blätter im Vergleich mit denen der B. senegalensis Lam. hervorhebt: „Ses feuilles sont . . . d'un vert pâle, plus glauque, et . . plus finement réticulées.“

Ich will mich dabei nicht zugleich auf die Autopsie von Pflanzen berufen, welche Oliver mit den eben genannten Arten identificirt

dass die Pflanze in sehr naher Beziehung stehen müsse zu Forchhammeria pallida Liebm.

hat, nämlich auf B. octandra Hochst. in Kotschy Pl. Nub. n. 298 für B. senegalensis, und die schon oben erwähnte B. intermedia Hochst., Schimp. Pl. Abyss. n. 723 (früher als „B. senegalensis Lam.?" von Hochst. bestimmt, s. Flora XXVII, 1844, p. 100; Walpers Ann. I, 1848—49, p. 60) für B. angustifolia Rich.: denn die erstere (Kotschy n. 298) besitzt unterseits weichhaarige Blätter, während Richard für B. senegalensis kahle Blätter angibt, und die letztere (Schimp. n. 723) scheint sehr erheblich von Richard's B. angustifolia, obwohl sie Richard selbst auch schon damit vereiniget hat (Tent. Flor. Abyss., 1847, p. 27), abzuweichen durch lange, bogige (nicht „stricte") Zweige, durch seitenständige, kaum über 3 cm lange Inflorescenzen und durch sehr gracile Blüthenstiele, welche um das zwei- bis dreifache länger sind, als die von Richard für B. angustifolia abgebildeten.

Das Letztere gilt auch für die von Oliver, nicht auch von Richard, ebenfalls zu B. angustifolia Rich. gerechnete B. reticulata Hochst., Schimp. Pl. abyss. n. 1835.

Durch die Länge der „4 Linien" messenden Blüthenstiele einerseits und durch ein ebenso langes Carpophorum andererseits stellt sich auch B. Mossambicensis Klotzsch (in Peters' Reise etc., I, 1862, p. 164) als erheblich von B. angustifolia Rich. verschieden dar, so dass auch ihre Einreihung in die Synonymie dieser Art bei Oliver nicht als zweifellos gerechtfertiget erscheint. Auch das geographische Vorkommen der betreffenden Pflanzen, theils im Senegalgebiete, theils in Abyssinien und Nubien, theils in Mozambique, spricht der Zugehörigkeit derselben zu einer Art nicht gerade das Wort.

Auszeichnend für B. firma ist die in der Charakteristik schon hervorgehobene Bildung einer zwischen Epidermis und Pallisadenzellen sich einschiebenden Gewebeschichte aus den Seitenästen der mit ihrer Spitze nach unten gerichteten Sklerenchymzellen.

Am schönsten ist diese Schichte zu beobachten, wenn man Stückchen der Blätter zuerst in verdünnter Salpetersäure, dann in verdünnter Kalilauge erwärmt und nach Auswaschen mit Wasser für die Untersuchung in Glycerin bringt.

Diese Behandlungsweise erleichtert ungemein die Aufgabe, sich einen klaren Einblick in die Structurverhältnisse eines Blattes zu verschaffen. Die Blätter werden dadurch entfärbt und in hohem Grade durchsichtig gemacht, so dass man nun ohne weitere Präpara-

Fragmente der letzteren Pflanze, welche Herr Professor Warming, damals in Kopenhagen, auf mein Ansuchen

---

tion, bloss unter entsprechendem Wechsel der Einstellung, bis auf eine beträchtliche Tiefe und bei nicht zu dicken Blättern selbst bis zur gegenüberliegenden Blattfläche Schichte um Schichte in Untersuchung ziehen kann. Ueberdiess wird bei entsprechender Einwirkung der genannten Agentien, die für jeden Fall durch Probiren leicht ausfindig zu machen ist, der Zusammenhang zwischen den Hauptschichten des Blattes gelockert; man kann nun in der Regel sehr leicht die Epidermis beider Blattseiten von dem unterliegenden Gewebe abheben und häufig auch das Diachym des Blattes (sei es nach vorhergegangener Ablösung der Epidermis, sei es ohne solche) in zwei Platten spalten, deren eine vorzugsweise das Pallisadengewebe und die Holztheile der Gefässbündel, deren andere das Schwammgewebe und die Basttheile der Gefässbündel enthält. Sehr schön gelingt das z. B. bei Boscia reticulata und Boscia intermedia.

Bei B. octandra Hochst., welche überdiess durch stark wellig gebogene Seitenwände der Epidermiszellen ausgezeichnet ist, finden sich nur sehr vereinzelte Sklerenchymzellen mit verhältnissmässig dünner Wandung und weitem Lumen, welche der oberen Epidermis nur mit wenigen kurzen Seitenästchen anliegen, nach unten aber theils sich verästeln, theils mit stumpfem Ende den Gefässbündeln aufsitzen. Haare sind beiderseits vorhanden, von ähnlicher Beschaffenheit, wie bei B. firma, nur länger.

Bei B. reticulata Hochst., mit fast quadratischen Zellen der oberen Epidermis, finden sich Sklerenchymzellen an der oberen Blattseite nur von den Gefässbündeln abzweigend und in der Mehrzahl wenig weit vom Rande der Venenmaschen verlaufend, ohne in die Tiefe des Blattes vorzudringen. An der unteren Blattseite dagegen erheben sich von ähnlichen und von isolirten Sklerenchymzellen (wie bei B. firma — s. d. Charakteristik) auch Aeste gegen das Innere des Blattes. Haare habe ich hier weder an der oberen, noch an der unteren Blattseite wahrgenommen.

Bei B. intermedia Hochst. verhält sich die Sache ähnlich wie bei B. reticulata, nur sind die Epidermiszellen der Oberseite weniger regelmässig gestaltet und mehr länglich.

Die Cuticula ist bei B. reticulata, intermedia und firma, und zwar bei den ersteren beiden am deutlichsten, über jeder Epidermiszelle der oberen und der unteren Blattseite (hier mitunter über

mir zu übersenden die Güte hatte, bestätigten diese Vermuthung vollauf und veranlassten mich nach eingehender

---

mehrere Zellen fortlaufend) mit einem niederen, verästelten Kamme versehen. Bei B. octandra fehlen diese Kämme an der Oberseite, dagegen ist die Cuticula hier fein punktirt.

Eine ähnliche auffallende Derbheit des Blattes, wie sie der B. firma zukommt, wird weder für B. angustifolia Rich., noch für irgend eine andere Art erwähnt; Rauhigkeit der Blattoberfläche dagegen für B. salicifolia Oliv., für die aber eine lineare Gestalt des Blattes und seitliche Trauben angegeben werden, und für B. urens Oliv., die aber durch eine im Namen angedeutete besondere Beschaffenheit der Frucht ausgezeichnet ist.

Von den beiden letztgenannten Arten fehlte mir, wie von authentischen Exemplaren der B. senegalensis Lam. und B. angustifolia Rich., für die Untersuchung der Blattstructur das entsprechende Material. Nach den Angaben von Vesque in Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, 1882, p. 74—76, welche bezüglich B. reticulata und octandra Hochst. mit dem Obigen ziemlich im Einklange stehen, für B. senegalensis und angustifolia aber auch fehlen, ist das Blatt von B. salicifolia durch sogenannten centrischen Bau ausgezeichnet, während das von B. urens der B. octandra in seiner Structur am nächsten zu kommen scheint.

Der B. octandra steht sicherlich auch B. firma sehr nahe, was schon in der gleichen Art der Behaarung sich ausdrückt, aber anscheinend nicht so nahe, wie B. urens. In der Beschaffenheit der Epidermis und in dem Auftreten isolirter Spicularzellen an der Blattunterseite nähert sich B. firma den beiden abyssinischen Arten, B. intermedia und reticulata, welche untereinander auf's innigste verwandt erscheinen, so dass sie wohl noch am ersten unter den hier berührten Arten als zu einer Art gehörig aufgefasst werden könnten.

Diese beiden Arten, B. intermedia und reticulata stimmen auch in der fransigen Beschaffenheit des Discus und in dem Vorhandensein zweier Placenten (mit ungefähr je 5 Samenknospen) in dem 1-fächerig bleibenden Fruchtknoten überein.

Bei B. octandra ist der Discus kurz warzig. Der Fruchtknoten besitzt zwei, meist ungleich hoch stehende Placenten (mit ungefähr je 3 Samenknospen). Vorsprünge des Endocarpes, welche sich an vergrösserten, bis zu 2 mm Querdurchmesser herangewachsenen Fruchtknoten finden, scheinen die Anfänge einer schief stehenden (falschen)

Prüfung aller massgebenden Verhältnisse, die Haencke'-sche Pflanze als eine zweite Art derselben Gattung Forch-

---

Scheidewand zu sein. Ob es zur vollen Ausbildung einer solchen kommt, liess sich an dem mir vorliegenden Materiale nicht ersehen. A. Richard gibt an, bei B. senegalensis Lam. gelegentlich eine solche wahrgenommen zu haben (Flor. Seneg. I, p. 26, observ.). Bei Untersuchung trockener, reifer Früchte wird man sich vor einer Verwechselung mit einem von der Fruchtwand theilweise abgelösten Endocarpe, wie ich es bei B. firma vorgefunden habe und an der Structurverschiedenheit der erst durch die Ablösung entstandenen, gegenüber der natürlichen Oberfläche mit Bestimmtheit als solches erkennen konnte, zu hüten haben.

Bei B. firma entspricht der Discus dem von B. octandra. Eine Scheidewand habe ich hier ebenso wenig wie eine zweite Placenta wahrnehmen können. Von dem scheidewandartigen, abgelösten Endocarpe war schon vorhin die Rede. Die Samenschale (des nahezu reifen) Samens ist dünnhäutig, wie sie auch A. Richard für B. senegalensis und B. angustifolia angibt (Fl. Seneg., I, p. 26). Wenn er übrigens die Samen der letzteren Art als „externe nucamentacea" und in Flor. Abyss. I, p. 28 schlechthin als „nucamentacea" bezeichnet, und wenn in Benth. Hook. Gen. I, p. 108 unter Wiederholung dieser Angabe die Samen zugleich als „nidulantia" bezeichnet werden, so mag das vielleicht durch eine (dem vollkommen reifen Samen) eng anliegende Fruchtschichte veranlasst sein, wie sie auch bei Capparis-Arten vorkommt und zu falscher Auffassung geführt hat, wovon weiter unten, bei Betrachtung des Samens von Forchhammeria, die Rede sein soll. Der Embryo entspricht der bildlichen Darstellung A. Richard's für B. angustifolia, Fl. Seneg. I, tab. 6 fig. d, nicht aber der dazu gegebenen Beschreibung. Um eine richtige Vorstellung von demselben zu erhalten, denke man sich in der bezeichneten Figur die Cotyledonen an dem diametral dem Buchstaben d gegenüber liegenden Punkte beginnend, den einen für den Beschauer von dem anderen genau gedeckt und in gleicher Weise wie diesen spiralig eingerollt, das Würzelchen aber der Spalte zwischen beiden Cotyledonen anliegend. Dass für diesen Embryo die Bezeichnung des Würzelchens (oder der Cotyledonen) als „incumbent", wie bei A. Richard (und darnach in Benth. Hook. Gen.) nicht richtig, und die Bezeichnung der Cotyledonen als „convolut" wenigstens nicht streng richtig wäre, ist klar. Wahrscheinlich ist sie es auch nicht für B. angustifolia.

hammeria zu betrachten, wogegen nur die Angabe Liebmann's über die Beschaffenheit der Cotyledonen „cotyledones convolutae carnosae" einiges Bedenken hervorrief, das auch jetzt noch nicht beseitiget ist. Die mir zur Verfügung gestellten Früchte von Liebmann's Pflanze, welche im Vergleiche mit dessen Grössenangabe kaum halbreif gewesen zu sein scheinen, enthielten keine derart ausgebildeten Samen, dass über die Beschaffenheit des Keimlings genügender Aufschluss zu gewinnen gewesen wäre. Ob sie Liebmann zur Verfügung gestanden haben, oder ob er seine Angabe nach Wahrnehmungen an zwar weiter entwickelten, aber doch noch nicht ausgereiften Samen gemacht habe, muss ich dahingestellt sein lassen. Ist das Letztere der Fall, so ist es nicht undenkbar, dass der unvollkommen entwickelte Embryo unter dem Einflusse der Annahme, die Pflanze sei zu den Capparideen zu rechnen, zu der von Liebmann ausgesprochenen Auffassung geführt habe, welche die Beobachtung des reifen Samens vielleicht wesentlich zu modificiren Veranlassung gegeben haben würde, und es mag angenommen werden, dass dann Liebmann's Darstellung sich mehr mit dem von mir bei der Haencke'schen Pflanze beobachteten Verhalten, welches dem von Roydsia sich nähert und in der folgenden Charakteristik geschildert werden soll, in Uebereinstimmung befinden würde. Ist dagegen das Erstere der Fall, ist somit die Angabe von Liebmann als sachgemäss anzusehen und in dem Sinne zu nehmen, wie etwa die analogen Angaben in Benth. Hook. Gen. „cotyledones foliaceo-carnosae convolutae" für Morisonia und „embryo convolutus" für Capparis[1]), dann wäre die Haencke'sche

1) Die Cotyledonen sind bei den Capparideen, namentlich bei Arten von Capparis selbst, häufig der Länge nach (richtiger gesagt um die Längsachse) zusammen- und übereinandergerollt oder wenigstens, wie rinnenförmige Dachziegel, ineinander greifend und dann noch der Quere nach (mehr oder minder schneckenförmig) ein-

Pflanze vielleicht als generisch verschieden von der Liebmann'schen anzusehen und dann hätte sich am Ende vollständig bereits die Vermuthung erfüllt, welche Liebmann rücksichtlich der Auffindung noch weiterer eigenthümlicher Capparideen-Gattungen in dem westlichen Gebiete des tropischen America (sieh oben) ausgesprochen hat.

Ich für meinen Theil neige mich bei der grossen Uebereinstimmung der beiden in Rede stehenden Pflanzen rücksichtlich der meisten übrigen Organisationsverhältnisse, soweit sie an den mir vorliegenden Materialien der Beobachtung zugänglich waren, der Annahme einer generischen Verschiedenheit derselben nicht zu, wenigstens in so lange nicht, bis nicht etwa erwiesen ist, dass die Angabe Liebmann's über den Keimling als buchstäblich dem Verhalten desselben entsprechend zu betrachten sei, und bis nicht ein erheblicher Unterschied auch in anderen wichtigen Punkten aufgedeckt sein wird.

Indem ich durch das Vorausgeschickte den wesentlichsten Einwand, welcher gegen die Bezeichnung der Haencke'schen Pflanze als einer Art der Gattung Forchhammeria erhoben werden könnte, vorläufig genügend beleuchtet zu haben glaube, lasse ich zunächst die genauere Charakteristik der schon in der eingangs angeführten Festrede als Forchhammeria apiocarpa kurz definirten neuen Art folgen

gerollt oder wenigstens übergebogen, so wie Eichler es für Capparis jamaicensis, Breynia und ferruginea in Flor. Bras. XIII, 1 (Fasc. 39, 1865), tab. 64, 65 in Quer- und Längsschnitten dargestellt hat. Bei anderen Gattungen sind sie vorzugsweise oder lediglich der Quere nach eingerollt, der Embryo also mehr oder weniger „spirolob" (um die übliche Ausdrucksweise für die Cruciferen hieher zu übertragen), wie in den Bezeichnungen „cotyledones incumbenti-convolutae" für Niebuhria und „cotyledones spiraliter convolutae" für Steriphoma in Benth. Hook. Gen. ausgedrückt erscheint. Anders wieder bei Boscia (s. ob. B. firma).

und reihe daran diejenigen näheren Betrachtungen an, welche sich einerseits auf die nahe Verwandtschaft unserer Pflanze mit Forchhammeria pallida Liebm., andererseits auf die nahe Verwandtschaft beider mit bekannten Cappárideen, und damit auf die Zugehörigkeit der Gattung Forchhammeria zu der eben genannten Familie beziehen.

Die Charakteristik der neuen Art ist folgende:

Forchhammeria apiocarpa Radlk. (Ueber d. Methoden in d. bot. Systematik etc., 1883, p. 54, Anm.): Arbuscula? glabra, ramis foliisque Bosciae species in mentem revocans. Rami hornotini (innovationes) sulcis juxta foliorum insertiones decurrentibus costisque interjectis notati, e flavido cinerascentes, inconspicue lenticellosi, lenticellis longitudinaliter linearibus, foliati, basi squamis (Katophyllis) subulatis resina, ut et gemmae axillares, illitis suffulti; rami biennes teretes, pallide subfusci, supra foliorum delapsorum cicatrices racemis singulis (fructigeris) ornati, crassiores (diametro 4,5 mm) annulum ligni (librique) novum Menispermacearum more e corticis primarii parenchymate extra fasciculos libri primarii crassos rigidos ortum exhibentes. Folia sparsa, apice ramorum confertiora, petiolata, lamina oblonga, 7—9 cm longa, 2—2,5 cm lata, obtusa, nervo mediano excurrente mucronulata, basi acutata, margine integerrimo interdum subrevoluto, nervis lateralibus numerosis (20—24) debilibus, versus marginem dichotome ramificatis nec non reti venarum angusto utrinque prominente instructa, chartaceo-coriacea, glaberrima, pallescentia, (sicca) lineolis pellucidis quoad directionem irregularibus sat crebris notata; petiolus teres, sat (1,5 cm) longus, attamen laminae latitudine brevior, cum ramorum costa in pulvinum prominentem desinente („denticulo rami" uti Benth. et Hook. sub Boscia dicunt) articulatus; stipulae minimae, glanduliformes. Racemi (fructigeri) axillares, foliis longiores, patuli, deorsum curvati, laxe fructigeri, rhachi tereti; pedicelli (fructigeri) 1,5 mm

longi, 1,2 mm crassi; bracteae bracteolaeque nullae obviae. F l o r e s diclini, monoici (? — f e m i n e i tantum iique in fructus conversi suppetebant). Calyx (fructifer) brevissimus, sub-6-denticulatus. Petala nulla, ut videtur (cicatrices petalorum certe nullae). Discus brevis, pulvinatus, obconicus vel subcylindricus, quasi pedicellum apice incrassatum continuans. Stamina brevia, imperfecta, sterilia (staminodia), ob filamenta brevissima antheras subsessiles exhibentia, circiter 12 vel plura antheris subincurvis supra medium discum inserta, aliaque pauciora antheris subrecurvis reliquis interdum exacte superposita (reduplicatione seriali vix dubie orta!) prope disci marginem superiorem affixa, omnia patula; antherae ovatae, acutae, denticulis calycis subconformes, sed duplo longiores, 0,5 mm subattingentes, 4-locellares, inanes. B a c c a (sicca) corticoso-spongiosa, oblique pyriformis, 1,5 cm longa, 1,2 cm crassa, abortu unilocularis et monosperma, epicarpio granulato, endocarpio chartaceo duriusculo laevi, mesocarpio spongioso ad latus placentare incrassato ibique loculum alterum abortivum 2,5 mm longum 2 mm latum (et ipsum endocarpio laevi duro vestitum gemmulasque 2 abortivas juxtapositas foventem) includente; placenta supra medium loculum dissepimentalis, loculo altero evanido spurie parietalis, eademque lateralis, praeter semen evolutum gemmulam abortivam ex anatropo campylotropam pendulam epitropam (micropyle extrorsum supera, attamen supra hilum placentam spectante) ferens; stigma sessile, ex orbiculari subbilobum, lobis subretusis, in centro sulco depresso mediano notatum. Semen exalbuminosum, e late reniformi subglobosum vel ovoideum, piso vulgari paullulo majus, exsiccatum 8—9 mm longum, 7,5—9 mm (in directione fructus mediana hilo parallela) latum, 6—7 mm (in directione fructus transversa) crassum, pendulum, hilo longitudinaliter elliptico vel subtriangulari notatum; testa ad latus ventrale tenuiter chartacea, ad latus dorsale tenuissima, membranacea, hic embryoni arctissime adhaerens. Embryo

curvatus, quasi ptychorrhizus, amylo foetus; cotyledones quam maxime inaequales: exterior (dorsalis) maxima, ipsius seminis magnitudine, crasse carnosa, conduplicata, alteram ventralem minimam compressam nec non radiculam amplectens et inter partes laterales contiguas occultans, interior (ventralis) perparva, exteriore circiter sextuplo brevior (1,3 mm longa, 0,5 mm lata) compressa, nunc subulata et incurva, nunc a latere visa subspatulata et medio geniculatim recurva; radicula parva, intra plicam cotyledonis exterioris retracta, compressa, 0,8 mm longa, 0,5 mm lata.

Ad Acapulco Mexicanorum legit Haencke (ann. 1789—94) fructif.; servatur in Hb. Pragensi.

---

Aus der Vergleichung dieser Charakteristik mit der oben wiedergegebenen von Forchhammeria pallida Liebm. ergibt sich unmittelbar die ausserordentliche Uebereinstimmung beider Pflanzen in der äusseren Beschaffenheit der Zweige und der Blätter, der Inflorescenzen, des Kelches, des Discus, der Staminodien, des Fruchtgehäuses und der Narbe.

Zu bemerken ist dabei, dass es nur eine Verschiedenheit des Ausdruckes, nicht des Verhaltens ist, wenn Liebmann in der Speciesbeschreibung die Inflorescenzen als „paniculae", statt, wie in der Gattungscharakteristik als „racemi" bezeichnet. Weiter, dass dessen Bezeichnung der Samenknospen als „horizontaliter affixae" vielleicht wohl den jugendlicheren Zuständen entsprechen mag, dass sie aber nach Befund an den mir vorliegenden halbreifen, (trocken) etwas über erbsengrossen Früchten seiner Pflanze richtiger als hängend zu bezeichnen sind, und zwar auch die in ihrer Entwicklung stehen gebliebenen des einen, allem Anscheine nach auch hier abortirenden Faches, das übrigens, nach der hierüber weggehenden Darstellung Liebmann's zu schliessen, gewöhnlich wohl zur Ausbildung kommen mag. Minder Er-

hebliches, das auch nur im Ausdrucke, nicht in der Wirklichkeit, als verschieden erscheint, wie die Gestalt der Staminodien, der Narbe, die Beschaffenheit des Epicarpes etc. mag nicht weiter berührt sein.

Was die Stellung der Theile betrifft, so ergänze ich, dass ein Kelchblatt nach vorn, eines nach rückwärts gerichtet erscheint; dass für die Staminodien eine bestimmte Beziehung zu den Kelchtheilen nicht deutlich in die Augen springt: ferner, dass die Fruchtfächer in der Transversallinie gelegen sind, die Scheidewand also in der Medianlinie. Dieselbe stellt sich als eine ächte Scheidewand, d. h. als aus den einwärts geschlagenen Fruchtblatträndern gebildet dar, wie daraus hervorgeht, dass an der so in der Mitte entstehenden Verwachsungsstelle die Samenknospen befestiget sind, und diesem Verhalten entspricht auch das von Forchhammeria apiocarpa, nur dass hier wegen der weitgehenden Verkümmerung eines Faches die Scheidewand so zu sagen in die Seitenwand der Frucht einbezogen ist. Die Narbenlappen stehen, wenigstens an dem Pistillrudimente der männlichen Blüthe, an welchem sie deutlicher unterschieden sind als an den Früchten, dorsal, d. h. über dem Rücken der Fruchtblätter.

Die Angabe von Liebmann „stipulae nullae" ist in Benth. Hook. Gen. nach Untersuchung eines von Liebmann selbst mitgetheilten Exemplares (s. ob.) dahin berichtiget, dass kleine, ziemlich steife, pfriemliche Nebenblättchen vorhanden seien („stipulae parvae, rigidulae, subulatae"). Mir fehlt darüber Autopsie für Forchhammeria pallida. F. apiocarpa vermittelt so zu sagen die beiderlei Angaben, das heisst, es finden sich hier nur so kleine Nebenblättchen, dass sie sich leicht der Wahrnehmung entziehen und erst bei scrupulöser Untersuchung der Blattnarben abgefallener Blätter in die Erscheinung treten als punktförmige, drüsenartige, dunkler gefärbte Knötchen, am

oberen Drittheile der Umrandung dieser Narben sitzend, bei noch nicht abgefallenen Blättern mehr oder weniger in die Furche fallend, welche die Basis des mit dem Zweige articulirten Blattstieles umzieht, und von dem Rande des Blattstieles mehr oder weniger bedeckt. Gewöhnlich ist das der einen Seite deutlicher als das der anderen entwickelt. Mitunter mögen dieselben überhaupt vollständiger zur Ausbildung kommen, wie ja auch bei anderen Capparideen die Nebenblättchen nicht immer in gleichem Masse entwickelt sind.

In Benth. Hook. Gen. I, p. 104 wird die Frucht als „bacca . . septo crasso coriaceo" bezeichnet; ebendort III, p. 278 als „fructus subdrupaceus carne exteriore tenui, endocarpio crasso spongioso-mucoso (v. demum indurato?)". Dick und lederig kann man die Scheidewand der unreifen Frucht (um die es sich nach den letzten Worten hier zu handeln scheint) wohl nennen, wenn man deren Verschiedenheit von den dünnhäutigen Scheidewänden, wie sie ebenso manchen Capparideen als auch den Cruciferen eigen sind, hervorheben will. An dem Pericarpe lassen sich deutlich dreierlei Schichten unterscheiden, die allgemein als Epicarp, Mesocarp und Endocarp bezeichneten. Das Epicarp ist in ähnlicher Weise wie z. B. bei Boscia, oder wie etwa bei einer Talisia (um eine Pflanze aus einer anderen Familie zu nennen), von zahlreichen und dicht neben einander stehenden, in radiärer Richtung etwas gestreckten Gruppen von Sklerenchymzellen durchsetzt und in Folge dessen von corticoser, oder wenn man es mit Liebmann so zu nennen vorzieht, von krustenartiger Beschaffenheit. Das Mesocarp ist die mächtigste Partie, aus locker schwammigem Gewebe gebildet; es ist bei der reifen Frucht von F. apiocarpa etwas zusammengedrückt. Das Endocarp endlich stellt eine innen glatte, papier- oder, wenigstens bei der reifen Frucht von F. apiocarpa, pergamentartige Auskleidung des Fruchtfaches dar, welche aber doch nicht derb genug

ausgebildet erscheint, um die Frucht mit mehr Recht als eine Drupa denn als eine Beere bezeichnen zu können. Für alle diese Theile, auf welche ich, soweit nöthig, bei der Vergleichung mit den Früchten gewisser Capparideen des näheren zurückkommen werde, ist die Beschaffenheit der sie bildenden Zellen bei beiden Arten eine durchaus übereinstimmende.

Ueber die Gestaltung des Keimlings von F. apiocarpa war im Zusammenhalte mit den Angaben Liebmann's für F. pallida schon oben die Rede. Sein Verhalten zu dem anderer Capparideen wird später in Betracht zu ziehen sein.

Die vegetativen Organe, die Zweige und Blätter, mögen ihre nähere vergleichende Betrachtung für die beiden Forchhammeria-Arten unter sich und mit Bezug auf ihnen zumeist ähnliche bestimmter Capparideen in der folgenden Erörterung über die Familienzugehörigkeit der Gattung Forchhammeria finden.

---

Was nun die Stellung dieser beiden Pflanzen, welche sicherlich nahe genug unter einander verwandt erscheinen, um wenigstens bis zu einem bestimmten Nachweise über die schon berührte, fragliche Verschiedenheit des ausgebildeten Embryo und bis zur allenfallsigen Aufdeckung noch anderer Organisationsverschiedenheiten nach Vervollständigung des Materiales (sei es an den männlichen Blüthen, sei es an anderen Theilen) in eine Gattung zusammengefasst zu werden, im Systeme betrifft, so scheint mir Liebmann mit der Zuweisung seiner Pflanze zur Familie der Capparideen vollkommen das Richtige getroffen zu haben.

Es findet sich allerdings, wie er selbst hervorgehoben hat, unter den bisher der Familie der Capparideen zugewiesenen Gattungen keine, welcher sich Forchhammeria

Zahne versehenen (an die Perigonblätter der Atriplex-Arten erinnernden, oder, um näher Liegendes in's Auge zu fassen, mit den von Eichler — Blüthendiagramme II, p. 212, Anmerk. — für die Capparideen erwähnten „Deckblättern mit Stipeln" vergleichbaren) Blättchen gebildet, welche ungleich hoch inserirt, und an dem Blüthenstiele zum Theile etwas herablaufend erschienen. Es ist klar, dass daraus durch Verwachsung der seitlichen Zähnchen mit oder ohne Unterdrückung einiger davon, namentlich bei mehr gleich hoher Insertion, wie sie den weiblichen Kelchen zukommt, leicht ein 6—8 zähniger Kelch hervorgehen kann, wie er bei den beiden Arten von Forchhammeria zu beobachten ist.

Was die Blumenblätter betrifft, so fehlen dieselben, wie bei Forchhammeria, bei einer ganzen Reihe von Capparideen, und zwar bei lauter Gattungen, welche in dieselbe Unterabtheilung gehören, in welche auch Forchhammeria, wenn sie überhaupt der Familie zuzuweisen ist, einzutreten hat, in die Abtheilung der Cappareae nämlich, welche die beeren- und steinbeerenfrüchtigen und zugleich ganz vorzugsweise die strauch- und baumartigen Capparideen in sich vereiniget (d. h. fast alle diese und fast nur diese). Es sind das die Gattungen Thylachium, Niebuhria, Maerua (bezüglich eines Theiles ihrer Arten) und Courbonia[1]) aus der Reihe derer mit vor-

1) Die Sonderung dieser Gattungen scheint erst noch weiterer Klärung zu bedürfen. Der gewöhnlichen Auffassung nach unterscheidet sich Niebuhria von Maerua durch eiförmige, ungegliederte Früchte, gegenüber der verlängerten, quergegliederten Frucht („bacca transverse ∞-locellaris"), wie sie für Maerua angegeben wird (Benth. Hook. Gen. I, 1, 1862, p. 108). Bei Maerua senegalensis R. Br., resp. Maerua angolensis DC. t. Oliv., bildet jedoch A. Richard in der Flor. Seneg. I, 1830—33, tab. VII an derselben Pflanze 1-fächerige und quergegliederte mehrfächerige Früchte ab, von denen die ersteren als etwa verstümmelte Früchte wenigstens nicht bezeichnet

zugsweise (und bald mehr, bald weniger) verwachsenblättrigem Kelche, ferner aus der Reihe derer mit vorzugsweise freiblättrigem Kelche, die durch ihren eigenthümlichen Torus mit röhrenförmigem Anhängsel ausgezeichnete Gattung Cadaba zum Theile, dann Boscia und Roydsia, welch' letztere beiden Gattungen überhaupt, neben Capparis selbst, wie aus dem Folgenden noch weiter erhellen wird, die nächsten Beziehungen zu Forchhammeria verrathen.

Was den Discus betrifft, resp. die bei den Capparideen gewöhnliche Erhebung desselben zu einem längeren oder kürzeren Carpophorum, so ist dieses bei Boscia zum Theile, und namentlich bei der oben schon erwähnten und charakterisirten B. firma m., kaum viel mehr entwickelt, als es auch bei Forchhammeria in dem über den Staminodien stehenden Theile des Torus noch ausgebildet gesehen werden kann, und darin liegt, neben später zu betrachtenden Verhältnissen des Endocarpes und der Blätter, der Grund, warum Boscia, wie vorhin ausgesprochen, als eine der mit Fochhammeria zunächst verwandten Gattungen zu betrachten ist. Auch bei manchen Arten von Capparis, wie C. odoratissima Jacq., ist das sonst in dieser Gattung beträchtlich entwickelte Carpophorum nahezu auf Null reducirt. Ebenso wird für Morisonia und Roydsia

---

sind. Oliver zieht in Flor. trop. Afr. I, 1868, Niebuhria ganz zu Maerua. Für Courbonia Brongn. (Bull. Soc. bot. de France, VII, 1860, p. 901 mit C. virgata und dem Synonym Maerua virgata Dcne. mss.), für welche bei Brongniart, wie in Benth. Hook. Gen. I, 3, 1867, p. 969, das Synonym Saheria (virgata) Fenzl in Kotschy Flor. Aethiop. (exsicc.), 1837—38, n. 480, das überdiess den Altersvorrang hat, übergangen ist (s. Oliver l. c. p. 88), ist die Frucht erst von einer Art bekannt, eine ein- oder wenigsamige Beere (Oliv. l. c.). Baillon Hist. d. Pl. III, 1872, p. 178 zieht alle drei Gattungen unter Maerua zusammen.

der Fruchtknoten als zum Theile nur kurz gestielt und unter den Cleomeen für Polanisia und für Arten von Cleome geradezu als sitzend bezeichnet.

Um auf die Generationsorgane selbst nun überzugehen, so ist das Vorkommen eingeschlechtiger Blüthen in der Form von Monoecie, resp. Polygamie, oder Dioecie bei den Capparideen nicht ausgeschlossen. Das Letztere findet sich bei der Gattung Apophyllum. Das Erstere habe ich bei Capparis flexuosa Bl. an einer im hiesigen botanischen Garten zur Blüthe gelangten Pflanze zu beobachten Gelegenheit gehabt. Es kommen hier neben den gewöhnlichen, hermaphroditen Blüthen in den unteren, zuerst ihre Blüthen entwickelnden Blattachseln auch solche mit verkümmertem Pistille, also männliche Blüthen vor. Schon in der Knospe ist das Pistill dieser Blüthen von dem der übrigen dadurch unterschieden, dass sein Carpophorum kurz und gerade bleibt, während es sonst sich S-förmig krümmt, um Raum für seine Verlängerung innerhalb der Knospe zu gewinnen. Die Samenknospen der verkümmerten Pistille erscheinen nur als verschrumpfte Emergenzen der Placenten, aus welch' letzteren sich hier fast vollständige (falsche) Scheidewände erheben, während in den normalen Pistillen nur an der Spitze eine Fächerung zu beobachten ist.

Wie hier eine Verkümmerung des Pistilles, so findet sich weiter eine wenigstens theilweise Umbildung der Staubgefässe in Staminodien bekanntlich bei Atamisquea, Dactylaena, Cladostemon und Cleome (Dianthera Klotzsch).

Dass bei Forchhammeria die Getrenntgeschlechtigkeit der Blüthen nur aus einer noch weiter gehenden Verkümmerung je des einen Geschlechtes hervorgeht, das bezeugt die Anwesenheit eines Pistillrudimentes mit Spuren von Samenknospen in der männlichen Blüthe, wie anderer-

seits das Auftreten rudimentärer Staubgefässe in Form der sogenannten Discus-Zähne, wie sie bei Liebmann und in Benth. Hook. Gen. heissen, in der weiblichen Blüthe. Die Anwesenheit von rudimentären Samenknospen in dem Fruchtknoten der männlichen Blüthen kann als ein Argument gegen die von Bentham und Hooker urgirte Zugehörigkeit der Gattung zu den Euphorbiaceen nach der (freilich von Anderen widersprochenen) Bemerkung der genannten Autoren selbst, dass bei den Euphorbiaceen etwa vorkommenden Fruchtknotenrudimenten der männlichen Blüthen stets die Samenknospen fehlen (Gen. III, p. 241), hervorgehoben werden.

Eine Verwachsung der Staubgefässe, die bei Forchhammeria überdiess so gering ist, dass in Benth. Hook. Gen. dieselben als frei bezeichnet werden, findet sich ähnlich, wie in der männlichen Blüthe von Forchhammeria, auch bei Boscia und Maerua, ferner unter den Cleomeen bei Dactylaena, Roeperia und Cladostemon.

Die grössere Zahl der Staubgefässe in der männlichen Blüthe von Forchhammeria gegenüber der Zahl der Staminodien in der weiblichen Blüthe ist zweifellos Folge von Dedoublement, das bei den Capparideen in ähnlicher Weise, wie bei den nahe verwandten Cruciferen, und nach Eichler (Blüthendiagramme II, p. 209) noch deutlicher als bei diesen und in gesteigertem Masse aufzutreten pflegt.

Die Antheren von Forchhammeria pallida besitzen, wie gewöhnlich bei den Capparideen, zwei seitliche Hälften oder Kammern, „Thecae“, gewöhnlich „Loculi“ genannt (wie auch von Liebmann in der Bezeichnung der Antheren als „biloculares“), jede Theca zwei Fächer, „Locelli“, im ganzen also vier rings um ein wenig entwickeltes, doch der Quere nach etwas verbreitertes Mittelband vertheilte Fächer, welche durch vier fast gleich starke Furchen, zwei

mediane und zwei seitliche, oberflächlich von einander getrennt sind. In den seitlichen Furchen findet das Aufspringen statt. Nur dadurch, dass die beiden inneren Fächer etwas kürzer und schmächtiger sind als die äusseren, nähert sich die Anthere einer als „introrsʻ zu bezeichnenden, wie solche den Capparideen überhaupt zukommen. An der Basis sind die vier Fächer vollständig getrennt und in die hiedurch gebildete Vertiefung schiebt sich die Spitze des Trägers ein, welchem die Anthere aufsitzt. Die Wandung der Anthere besitzt ein einschichtiges Exothecium, dessen Zellen, wie auch bei vielen anderen Capparideen, zu niederen conischen Papillen ausgebildet und mit einer wellig gestreiften Cuticula versehen sind; weiter ein zwei- bis dreischichtiges Endothecium, die äussere Schichte aus radiär stärker gestreckten und durch radiär verlaufende leistenförmige Verdickungen ausgesteiften Zellen bestehend, die innerste Schichte netzförmig verdickt und Amylum führend, welch' letzteres Verhältniss ich bei anderen Capparideen (Arten von Capparis, Boscia, Roydsia) nicht wieder getroffen habe, während im übrigen die Beschaffenheit der Wandungen bei reifen Antheren — in der Knospe fehlt meist noch die Aussteifung, welche zuerst in der Nähe der seitlichen Furchen auftritt — sich als ähnlich erwies. Der Pollen ist, wie bei den Capparideen überhaupt (s. Mohl, Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner, Bern 1834, p. 90), kurz ellipsoidisch, mit ziemlich derber, von feinen Kanälchen radiär durchzogener und desshalb in der Flächenansicht gekörnelt oder eigentlich fein punktirt erscheinender Exine und mit drei ziemlich tiefen exinefreien Längsfalten, in deren Mitte je eine Austrittsstelle für die Pollenschläuche, die bei den Capparideen nach Mohl bald vorhanden ist, bald fehlt, nur undeutlich wahrzunehmen ist.

Dass die von Liebmann und in Benth. Hook. Gen., wie schon erwähnt, als „dentes disciʻ bezeichneten Organe

der weiblichen Blüthe nichts anderes sind als verkümmerte Staubgefässe, resp. Antheren mit verschwindend kurzem Filamente, das zeigt deutlich die Ausbildung von vier den Fächern der normalen Antheren entsprechenden Theilen an denselben, die auf Querschnitten leicht nachzuweisen sind. Zur Pollenbildung scheinen kaum die ersten Schritte in denselben eingeleitet zu werden. Ich habe Pollenkörner in ihnen nicht gefunden; wohl aber eine durch Lockerung und Schrumpfung des centralen Gewebes entstandene Höhlung in jedem der vier rudimentären Fächer. Der Bau der Wandungen ist natürlich gegenüber dem der voll ausgebildeten Antheren in der männlichen Blüthe ein wesentlich modificirter: das Exothecium ist schwächer papillös; das Endothecium besteht aus nicht ausgesteiften und viel weniger radiär gestreckten Zellen. Die Zahl der Staminodien beläuft sich auf ungefähr 12. Sie sind nicht in ganz gleicher Höhe inserirt und die seitlichen Abstände zwischen denselben sind (wie zwischen den Kelchblättern der weiblichen Blüthe) ungleich gross, wohl in Folge ungleicher Dehnung des Discus beim Heranwachsen der Frucht. Anders mag sich das in der frisch entfalteten Blüthe verhalten, welche zur Untersuchung nicht vorlag. Die Staminodien sind etwas aufwärts gekrümmt mit einer stärkeren Furche an der Aussenseite, je einer schwächeren rechts und links und einer nicht selten fast verwischten auf der inneren Seite, die den kleineren, inneren Fächern der schwach introrsen Antheren entsprechenden Theile noch mehr oder weniger von einander trennend. Mitunter findet sich hart über dem einen ein zweites Staminodium mit umgekehrter Richtung der Krümmung und Lage der stärkeren Furche. Diese Erscheinung darf wohl, wie in der Charakteristik von F. apiocarpa schon geschehen ist, als ein auch in der weiblichen Blüthe gelegentlich Platz greifendes Dedoublement betrachtet werden, welches sich dann hier deutlich als seriales Dedoublement darstellt.

Dass das regelmässige Auftreten eines vollständigen Staminodialkreises der Verweisung von Forchhammeria zu den Euphorbiaceen nicht günstig sei, geht aus der Charakteristik der letzteren in Benth. Hook. Gen. gemäss den Worten deutlich hervor: „Staminodia interdum adsunt (in flore ♀) irregularia, sed vix in ullo genere constantia" und: „Flores in toto ordine stricte unisexuales vidimus, etsi hinc inde in floribus ♀ perpaucis ejusdem speciei stamen unum alterum subperfectum evolvitur."

Was die Beschaffenheit des Pistilles, resp. der Frucht betrifft, so findet sich Scheidewandbildung bekanntlich auch bei den Capparideen — unter den Cleomeen bei Wislizenia, unter den Cappareen bei Steriphoma, bei Arten von Maerua, bei Arten von Capparis, bei Roydsia und bei Arten von Crataeva — zum Theile allerdings sogenannte unechte, indem sich die Scheidewände zwischen den Samenknospen aus den Placenten erheben, wie z. B. bei Capparis avicennifolia, und dabei mitunter unvollständige, wie für Capparis flexuosa schon erwähnt wurde, zum Theile aber auch Bildung echter Scheidewände, welche an ihrer Vereinigungsstelle selbst die Placenten tragen, wie bei Capparis spinosa (s. Eichler, Blüthendiagramme II, p. 211 etc.). Die Stellung der Scheidewand, und dem entsprechend der beiden Fruchtblätter, ist, wie schon oben angegeben, bei Forchhammeria dieselbe wie bei den Capparideen mit zwei Fruchtblättern überhaupt und wie bei den nahe verwandten Cruciferen. Für die Narbe ist an den Früchten wegen der Ausrandung an vier in orthogonalem Kreuze stehenden Stellen kaum sicher zu entscheiden, ob darin zwei dorsale oder zwei suturale Lappen zu sehen seien. Legt man auf die tiefere, aber weniger scharfe Ausrandung, resp. Aufwulstung, zur Linken und Rechten das grössere Gewicht, was als das nächst Liegende sich darstellt, so ergeben sich

daraus zwei suturale Lappen; betrachtet man aber die mediane, spaltenförmige Vertiefung als das Massgebende, so führt das zur Annahme zweier dorsaler Lappen. In der männlichen Blüthe stehen die Narbenlappen deutlich dorsal (d. h. über den Fächern), wie schon oben erwähnt. Bei den Capparideen pflegen, wo die Narbe gelappt ist, die Lappen im allgemeinen wohl sutural zu sein, wie in der Regel auch bei den nahe verwandten Cruciferen, bei welchen aber auch dorsale Narbenlappen, wie bei den Fumariaceen, vorkommen. Eine Analogie ist also in jedem Falle bei nahe verwandten Gewächsen vorhanden. Hervorgehoben mag noch sein, dass das durch die Narbe angedeutete zweite Fach auch bei Forchhammeria apiocarpa (s. die Charakteristik), obwohl hier nur reife Früchte vorhanden waren, bei sorgfältiger Untersuchung sich auf's deutlichste sammt den zwei Samenknospen in seinem Innern nachweisen liess. Es ist in der Fruchtwand verborgen, dicht unter der Ansatzstelle des ausgebildeten Samens. Auffallender Weise ist dasselbe von einem fast noch derberen Endocarpe ausgekleidet als das fertile Fach.

Die geringe Zahl der Samenknospen findet unter den Cappareen ihr Seitenstück bei Boscia und Apophyllum; unter den Cleomeen bei Oxystylis, Wislizenia und Cleomella (alle drei, wie Forchhammeria selbst, dem nördlich vom Aequator gelegenen America angehörig).

Die Frucht, welche bei Forchhammeria pallida eiförmig, bei F. apiocarpa birnförmig, und zwar wegen stärkerer Streckung der an der Basis auch stärker concaven Unterseite schief birnförmig ist, erscheint äusserlich zunächst ähnlich der von Boscia. Aber nicht bloss äusserlich, sondern auch in ihrem Gefüge. Das Epicarp enthält bei Boscia, wie bei Forchhammeria, dicht gedrängte Gruppen von sogenannten Steinzellen, welche es corticos und an seiner Ober-

fläche granulirt machen. Das Mesocarp ist bei Boscia nur dadurch verschieden, dass das lückenreiche Schwammgewebe weniger mächtig ausgebildet ist und dass auch in ihm zahlreiche Gruppen von Sklerenchymzellen eingebettet sind. Das Endocarp ist bei Boscia (s. oben B. firma m.), ganz ähnlich wie bei beiden Arten von Forchhammeria, und wie in der Regel bei papier- oder pergamentartiger Beschaffenheit, aus ein paar Schichten sich schief kreuzender und in jeder Schichte in wechselnder Richtung sich eng aneinander schliessender, schmal bandartiger oder fast fädlicher Sklerenchymzellen gebildet. Dieses Endocarp findet seines Gleichen weiter bei den kapselfrüchtigen Capparideen (s.z.B. Physostemon rotundifolium Mart. & Zucc., Polanisia trachysperma Torr. & Gray), sowie bei den nahe verwandten Cruciferen in mannigfacher Modification. Ob es nicht auch bei anderen Cappareen vorkommt, muss ich wegen Mangels genügenden Vergleichsmateriales dahin gestellt sein lassen. Jedenfalls ist die Differenz hierin zwischen Boscia und Forchhammeria einerseits und den Arten von Capparis z. B. andererseits nicht grösser als zwischen nächst verwandten Gattungen aus anderen Familien, wie etwa zwischen Sapindus und Aphania aus der Familie der Sapindaceen.

Der Same weicht von dem die Norm für die Capparideen bildenden dadurch nicht unerheblich ab, dass er nur durch eine schwache Einziehung unter der Anheftungsstelle an die nierenförmige Gestalt erinnert, wie sie sonst den Capparideen zukommt, und dass er für das Würzelchen des Embryo kein besonderes Fach besitzt, auf welches als etwas die Familie (gegenüber den Cruciferen) Auszeichnendes Eichler hinweist (Blüthendiagramme II, p.211). Aber in diesen beiden Stücken kommen auch sonst Abweichungen innerhalb der Familie vor, und es genügt dafür auf gewisse Arten von Capparis hinzuweisen, wie C. verrucosa,

bei welcher die nierenförmige Gestalt der Samen oft kaum angedeutet ist, und bei welcher das Würzelchen meist ganz von der Basis der Cotyledonen umhüllt ist, so dass von Einlagerung desselben in ein besonderes Fach nicht die Rede sein kann; ferner auf Boscia firma (s. oben) und auf Roydsia, bei welcher der Same eiförmig ist, ähnlich wie bei Forchhammeria, und wegen der Kürze des Würzelchens auch ein besonderes Fach für dasselbe nicht vorhanden zu sein scheint. Bei dieser Gattung, für welche in Hook. Flor. Brit. Ind. I, p. 409 (1874) der Meinung von Griffith beigepflichtet wird, dass sie als der Typus einer zwischen den Bixineen und Capparideen in der Mitte stehenden Familie betrachtet werden sollte, während Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, p. 242 (1865) dieselbe nach Blüthenbau, Frucht und Embryo als eine (im Hinblicke auf den Embryo von Forchhammeria nun kaum mehr haltbare) besondere Tribus der Capparideen unter dem Namen Roydsieae angesehen hat, scheint auch hinsichtlich der in der Charakteristik von Forchhammeria apiocarpa dargelegten Gestaltung des Embryo der nächste Anknüpfungspunkt unter den Capparideen sich zu finden, gemäss der Angabe in Benth. Hook. Gen.: „Cotyledones crassae, inaequales, majore minorem induplicatam amplectente" und gemäss der bildlichen Darstellung in Roxburgh Plant. Coromand. III, tab. 289. Uebrigens macht die letztere ersichtlich, dass der kleinere Cotyledon, der eigentlich als replicativ zu bezeichnen ist[1]),

---

1) Nach der Ausdrucksweise, wie sie Schleiden für die Faltung der Blätter in der Knospe, in zweckmässiger Weise geordnet, in seinen Grundzügen, 2. Ausg., II, p. 200 vorgeschlagen hat. Es ist dem gegenüber der grössere, den kleineren umfassende Cotyledon, welcher als induplicat (wie der Ausdruck bei Benth. Hook. l. c. lautet), oder conduplicat (nach Linn., gemäss Bischoff Terminologie, 1831, p. 249) oder duplicativ (nach Schleiden l. c.), d. h. als nach der Oberseite hin in eine Längsfalte zusammengelegt erscheint.

bei Roydsia noch immer sehr viel grösser ist als bei Forchhammeria (apiocarpa). Es nähert sich das Verhalten bei Roydsia dem, wie es der Embryo ptychorrhizus der Cruciferen, um diese, wie schon oben p. 69, zum Vergleiche heranzuziehen, zeigt, abgesehen von dem bei diesen weit stärker entwickelten Würzelchen. Vorkommen einer ähnlichen Ungleichheit der Cotyledonen ist von mancherlei Gattungen aus verschiedenen Familien bekannt (so — um nur Pflanzen mit vollkommen gesicherter Stellung im Systeme namhaft zu machen — bei Vitellaria unter den Sapotaceen, s. Gärtn. f. Carpolog. III, tab. 205, p. 131, bei Trapa unter den Halorageen, bei Abronia unter den Nyctagineen, bei Hiraea unter den Malpighiaceen, bei Dryobalanops und anderen Dipterocarpeen, bezüglich deren schon Roxburgh l. c. an Shorea erinnert, und in geringerem Masse nach den Angaben von Bischoff, Terminologie 1831, p. 534, welcher auch Cardiospermum hieher zieht, bei Cycas, Artocarpus, Memecylon und der Onagrarieen-Gattung Gaura) — für die Euphorbiaceen ist dasselbe meines Wissens nicht beobachtet. Bei diesen ist ausserdem fast stets ein reichliches Sameneiweiss vorhanden.

Die Samenschale besteht aus vielen Lagen zusammengedrückten, kleinmaschigen Schwammgewebes. Die äusserste Zellschichte allein ist derbwandig und einigermassen ähnlich der gleichen Schichte bei Capparis, vorausgesetzt, dass man nicht, wie Baillon, die der Samenschale anhängen bleibende innere Fruchtpartie (in welche bei Capparis jamaicensis Jacq., coll. Curtiss n. 204, z. B. stark verdickte Sklerenchymzellen, ähnlich wie im Blatte, sich eingebettet finden, mitunter annähernd sternförmig verzweigt) für die äusserste Schichte des Samens selbst ansieht (s. Baill., Hist. d. Pl. III, p. 152, annot. 4, woselbst zweimal ein „inneres“ Integument aufgezählt wird, wovon wohl das erst beschriebene

seits das Auftreten rudimentärer Staubgefässe in Form der sogenannten Discus-Zähne, wie sie bei Liebmann und in Benth. Hook. Gen. heissen, in der weiblichen Blüthe. Die Anwesenheit von rudimentären Samenknospen in dem Fruchtknoten der männlichen Blüthen kann als ein Argument gegen die von Bentham und Hooker urgirte Zugehörigkeit der Gattung zu den Euphorbiaceen nach der (freilich von Anderen widersprochenen) Bemerkung der genannten Autoren selbst, dass bei den Euphorbiaceen etwa vorkommenden Fruchtknotenrudimenten der männlichen Blüthen stets die Samenknospen fehlen (Gen. III, p. 241), hervorgehoben werden.

Eine Verwachsung der Staubgefässe, die bei Forchhammeria überdiess so gering ist, dass in Benth. Hook. Gen. dieselben als frei bezeichnet werden, findet sich ähnlich, wie in der männlichen Blüthe von Forchhammeria, auch bei Boscia und Maerua, ferner unter den Cleomeen bei Dactylaena, Roeperia und Cladostemon.

Die grössere Zahl der Staubgefässe in der männlichen Blüthe von Forchhammeria gegenüber der Zahl der Staminodien in der weiblichen Blüthe ist zweifellos Folge von Dedoublement, das bei den Capparideen in ähnlicher Weise, wie bei den nahe verwandten Cruciferen, und nach Eichler (Blüthendiagramme II, p. 209) noch deutlicher als bei diesen und in gesteigertem Masse aufzutreten pflegt.

Die Antheren von Forchhammeria pallida besitzen, wie gewöhnlich bei den Capparideen, zwei seitliche Hälften oder Kammern, „Thecae", gewöhnlich „Loculi" genannt (wie auch von Liebmann in der Bezeichnung der Antheren als „biloculares"), jede Theca zwei Fächer, „Locelli", im ganzen also vier rings um ein wenig entwickeltes, doch der Quere nach etwas verbreitertes Mittelband vertheilte Fächer, welche durch vier fast gleich starke Furchen, zwei

mediane und zwei seitliche, oberflächlich von einander getrennt sind. In den seitlichen Furchen findet das Aufspringen statt. Nur dadurch, dass die beiden inneren Fächer etwas kürzer und schmächtiger sind als die äusseren, nähert sich die Anthere einer als „introrsˮ zu bezeichnenden, wie solche den Capparideen überhaupt zukommen. An der Basis sind die vier Fächer vollständig getrennt und in die hiedurch gebildete Vertiefung schiebt sich die Spitze des Trägers ein, welchem die Anthere aufsitzt. Die Wandung der Anthere besitzt ein einschichtiges Exothecium, dessen Zellen, wie auch bei vielen anderen Capparideen, zu niederen conischen Papillen ausgebildet und mit einer wellig gestreiften Cuticula versehen sind; weiter ein zwei- bis dreischichtiges Endothecium, die äussere Schichte aus radiär stärker gestreckten und durch radiär verlaufende leistenförmige Verdickungen ausgesteiften Zellen bestehend, die innerste Schichte netzförmig verdickt und Amylum führend, welch' letzteres Verhältniss ich bei anderen Capparideen (Arten von Capparis, Boscia, Roydsia) nicht wieder getroffen habe, während im übrigen die Beschaffenheit der Wandungen bei reifen Antheren — in der Knospe fehlt meist noch die Aussteifung, welche zuerst in der Nähe der seitlichen Furchen auftritt — sich als ähnlich erwies. Der Pollen ist, wie bei den Capparideen überhaupt (s. Mohl, Ueber den Bau und die Formen der Pollenkörner, Bern 1834, p. 90), kurz ellipsoidisch, mit ziemlich derber, von feinen Kanälchen radiär durchzogener und desshalb in der Flächenansicht gekörnelt oder eigentlich fein punktirt erscheinender Exine und mit drei ziemlich tiefen exinefreien Längsfalten, in deren Mitte je eine Austrittsstelle für die Pollenschläuche, die bei den Capparideen nach Mohl bald vorhanden ist, bald fehlt, nur undeutlich wahrzunehmen ist.

Dass die von Liebmann und in Benth. Hook. Gen., wie schon erwähnt, als „dentes disciˮ bezeichneten Organe

der weiblichen Blüthe nichts anderes sind als verkümmerte Staubgefässe, resp. Antheren mit verschwindend kurzem Filamente, das zeigt deutlich die Ausbildung von vier den Fächern der normalen Antheren entsprechenden Theilen an denselben, die auf Querschnitten leicht nachzuweisen sind. Zur Pollenbildung scheinen kaum die ersten Schritte in denselben eingeleitet zu werden. Ich habe Pollenkörner in ihnen nicht gefunden; wohl aber eine durch Lockerung und Schrumpfung des centralen Gewebes entstandene Höhlung in jedem der vier rudimentären Fächer. Der Bau der Wandungen ist natürlich gegenüber dem der voll ausgebildeten Antheren in der männlichen Blüthe ein wesentlich modificirter: das Exothecium ist schwächer papillös; das Endothecium besteht aus nicht ausgesteiften und viel weniger radiär gestreckten Zellen. Die Zahl der Staminodien beläuft sich auf ungefähr 12. Sie sind nicht in ganz gleicher Höhe inserirt und die seitlichen Abstände zwischen denselben sind (wie zwischen den Kelchblättern der weiblichen Blüthe) ungleich gross, wohl in Folge ungleicher Dehnung des Discus beim Heranwachsen der Frucht. Anders mag sich das in der frisch entfalteten Blüthe verhalten, welche zur Untersuchung nicht vorlag. Die Staminodien sind etwas aufwärts gekrümmt mit einer stärkeren Furche an der Aussenseite, je einer schwächeren rechts und links und einer nicht selten fast verwischten auf der inneren Seite, die den kleineren, inneren Fächern der schwach introrsen Antheren entsprechenden Theile noch mehr oder weniger von einander trennend. Mitunter findet sich hart über dem einen ein zweites Staminodium mit umgekehrter Richtung der Krümmung und Lage der stärkeren Furche. Diese Erscheinung darf wohl, wie in der Charakteristik von F. apiocarpa schon geschehen ist, als ein auch in der weiblichen Blüthe gelegentlich Platz greifendes Dedoublement betrachtet werden, welches sich dann hier deutlich als seriales Dedoublement darstellt.

Dass das regelmässige Auftreten eines vollständigen Staminodialkreises der Verweisung von Forchhammeria zu den Euphorbiaceen nicht günstig sei, geht aus der Charakteristik der letzteren in Benth. Hook. Gen. gemäss den Worten deutlich hervor: „Staminodia interdum adsunt (in flore ♀) irregularia, sed vix in ullo genere constantia" und: „Flores in toto ordine stricte unisexuales vidimus, etsi hinc inde in floribus ♀ perpaucis ejusdem speciei stamen unum alterum subperfectum evolvitur."

Was die Beschaffenheit des Pistilles, resp. der Frucht betrifft, so findet sich Scheidewandbildung bekanntlich auch bei den Capparideen — unter den Cleomeen bei Wislizenia, unter den Cappareen bei Steriphoma, bei Arten von Maerua, bei Arten von Capparis, bei Roydsia und bei Arten von Crataeva — zum Theile allerdings sogenannte unechte, indem sich die Scheidewände zwischen den Samenknospen aus den Placenten erheben, wie z. B. bei Capparis avicennifolia, und dabei mitunter unvollständige, wie für Capparis flexuosa schon erwähnt wurde, zum Theile aber auch Bildung echter Scheidewände, welche an ihrer Vereinigungsstelle selbst die Placenten tragen, wie bei Capparis spinosa (s. Eichler, Blüthendiagramme II, p. 211 etc.). Die Stellung der Scheidewand, und dem entsprechend der beiden Fruchtblätter, ist, wie schon oben angegeben, bei Forchhammeria dieselbe wie bei den Capparideen mit zwei Fruchtblättern überhaupt und wie bei den nahe verwandten Cruciferen. Für die Narbe ist an den Früchten wegen der Ausrandung an vier in orthogonalem Kreuze stehenden Stellen kaum sicher zu entscheiden, ob darin zwei dorsale oder zwei suturale Lappen zu sehen seien. Legt man auf die tiefere, aber weniger scharfe Ausrandung, resp. Aufwulstung, zur Linken und Rechten das grössere Gewicht, was als das nächst Liegende sich darstellt, so ergeben sich

daraus zwei suturale Lappen; betrachtet man aber die mediane, spaltenförmige Vertiefung als das Massgebende, so führt das zur Annahme zweier dorsaler Lappen. In der männlichen Blüthe stehen die Narbenlappen deutlich dorsal (d. h. über den Fächern), wie schon oben erwähnt. Bei den Cappari-deen pflegen, wo die Narbe gelappt ist, die Lappen im allgemeinen wohl sutural zu sein, wie in der Regel auch bei den nahe verwandten Cruciferen, bei welchen aber auch dorsale Narbenlappen, wie bei den Fumariaceen, vorkommen. Eine Analogie ist also in jedem Falle bei nahe verwandten Gewächsen vorhanden. Hervorgehoben mag noch sein, dass das durch die Narbe angedeutete zweite Fach auch bei Forchhammeria apiocarpa (s. die Charakteristik), obwohl hier nur reife Früchte vorhanden waren, bei sorgfältiger Untersuchung sich auf's deutlichste sammt den zwei Samenknospen in seinem Innern nachweisen liess. Es ist in der Fruchtwand verborgen, dicht unter der Ansatzstelle des ausgebildeten Samens. Auffallender Weise ist dasselbe von einem fast noch derberen Endocarpe ausgekleidet als das fertile Fach.

Die geringe Zahl der Samenknospen findet unter den Cappareen ihr Seitenstück bei Boscia und Apophyllum; unter den Cleomeen bei Oxystylis, Wislizenia und Cleomella (alle drei, wie Forchhammeria selbst, dem nördlich vom Aequator gelegenen America angehörig).

Die Frucht, welche bei Forchhammeria pallida eiförmig, bei F. apiocarpa birnförmig, und zwar wegen stärkerer Streckung der an der Basis auch stärker concaven Unterseite schief birnförmig ist, erscheint äusserlich zunächst ähnlich der von Boscia. Aber nicht bloss äusserlich, sondern auch in ihrem Gefüge. Das Epicarp enthält bei Boscia, wie bei Forchhammeria, dicht gedrängte Gruppen von sogenannten Steinzellen, welche es corticos und an seiner Ober-

fläche granulirt machen. Das Mesocarp ist bei Boscia nur dadurch verschieden, dass das lückenreiche Schwammgewebe weniger mächtig ausgebildet ist und dass auch in ihm zahlreiche Gruppen von Sklerenchymzellen eingebettet sind. Das Endocarp ist bei Boscia (s. oben B. firma m.), ganz ähnlich wie bei beiden Arten von Forchhammeria, und wie in der Regel bei papier- oder pergamentartiger Beschaffenheit, aus ein paar Schichten sich schief kreuzender und in jeder Schichte in wechselnder Richtung sich eng aneinander schliessender, schmal bandartiger oder fast fädlicher Sklerenchymzellen gebildet. Dieses Endocarp findet seines Gleichen weiter bei den kapselfrüchtigen Capparideen (s.z.B. Physostemon rotundifolium Mart. & Zucc., Polanisia trachysperma Torr. & Gray), sowie bei den nahe verwandten Cruciferen in mannigfacher Modification. Ob es nicht auch bei anderen Cappareen vorkommt, muss ich wegen Mangels genügenden Vergleichsmateriales dahin gestellt sein lassen. Jedenfalls ist die Differenz hierin zwischen Boscia und Forchhammeria einerseits und den Arten von Capparis z. B. andererseits nicht grösser als zwischen nächst verwandten Gattungen aus anderen Familien, wie etwa zwischen Sapindus und Aphania aus der Familie der Sapindaceen.

Der Same weicht von dem die Norm für die Capparideen bildenden dadurch nicht unerheblich ab, dass er nur durch eine schwache Einziehung unter der Anheftungsstelle an die nierenförmige Gestalt erinnert, wie sie sonst den Capparideen zukommt, und dass er für das Würzelchen des Embryo kein besonderes Fach besitzt, auf welches als etwas die Familie (gegenüber den Cruciferen) Auszeichnendes Eichler hinweist (Blüthendiagramme II, p. 211). Aber in diesen beiden Stücken kommen auch sonst Abweichungen innerhalb der Familie vor, und es genügt dafür auf gewisse Arten von Capparis hinzuweisen, wie C. verrucosa,

bei welcher die nierenförmige Gestalt der Samen oft kaum angedeutet ist, und bei welcher das Würzelchen meist ganz von der Basis der Cotyledonen umhüllt ist, so dass von Einlagerung desselben in ein besonderes Fach nicht die Rede sein kann; ferner auf Boscia firma (s. oben) und auf Roydsia, bei welcher der Same eiförmig ist, ähnlich wie bei Forchhammeria, und wegen der Kürze des Würzelchens auch ein besonderes Fach für dasselbe nicht vorhanden zu sein scheint. Bei dieser Gattung, für welche in Hook. Flor. Brit. Ind. I, p. 409 (1874) der Meinung von Griffith beigepflichtet wird, dass sie als der Typus einer zwischen den Bixineen und Capparideen in der Mitte stehenden Familie betrachtet werden sollte, während Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, p. 242 (1865) dieselbe nach Blüthenbau, Frucht und Embryo als eine (im Hinblicke auf den Embryo von Forchhammeria nun kaum mehr haltbare) besondere Tribus der Capparideen unter dem Namen Roydsieae angesehen hat, scheint auch hinsichtlich der in der Charakteristik von Forchhammeria apiocarpa dargelegten Gestaltung des Embryo der nächste Anknüpfungspunkt unter den Capparideen sich zu finden, gemäss der Angabe in Benth. Hook. Gen.: „Cotyledones crassae, inaequales, majore minorem induplicatam amplectente“ und gemäss der bildlichen Darstellung in Roxburgh Plant. Coromand. III, tab. 289. Uebrigens macht die letztere ersichtlich, dass der kleinere Cotyledon, der eigentlich als replicativ zu bezeichnen ist[1]),

---

1) Nach der Ausdrucksweise, wie sie Schleiden für die Faltung der Blätter in der Knospe, in zweckmässiger Weise geordnet, in seinen Grundzügen, 2. Ausg., II, p. 200 vorgeschlagen hat. Es ist dem gegenüber der grössere, den kleineren umfassende Cotyledon, welcher als induplicat (wie der Ausdruck bei Benth. Hook. l. c. lautet), oder conduplicat (nach Linn., gemäss Bischoff Terminologie, 1831, p. 249) oder duplicativ (nach Schleiden l. c.), d. h. als nach der Oberseite hin in eine Längsfalte zusammengelegt erscheint,

bei Roydsia noch immer sehr viel grösser ist als bei Forchhammeria (apiocarpa). Es nähert sich das Verhalten bei Roydsia dem, wie es der Embryo ptychorrhizus der Cruciferen, um diese, wie schon oben p. 69, zum Vergleiche heranzuziehen, zeigt, abgesehen von dem bei diesen weit stärker entwickelten Würzelchen. Vorkommen einer ähnlichen Ungleichheit der Cotyledonen ist von mancherlei Gattungen aus verschiedenen Familien bekannt (so — um nur Pflanzen mit vollkommen gesicherter Stellung im Systeme namhaft zu machen — bei Vitellaria unter den Sapotaceen, s. Gärtn. f. Carpolog. III, tab. 205, p. 131, bei Trapa unter den Halorageen, bei Abronia unter den Nyctagineen, bei Hiraea unter den Malpighiaceen, bei Dryobalanops und anderen Dipterocarpeen, bezüglich deren schon Roxburgh l. c. an Shorea erinnert, und in geringerem Masse nach den Angaben von Bischoff, Terminologie 1831, p. 534, welcher auch Cardiospermum hieher zieht, bei Cycas, Artocarpus, Memecylon und der Onagrarieen-Gattung Gaura) — für die Euphorbiaceen ist dasselbe meines Wissens nicht beobachtet. Bei diesen ist ausserdem fast stets ein reichliches Sameneiweiss vorhanden.

Die Samenschale besteht aus vielen Lagen zusammengedrückten, kleinmaschigen Schwammgewebes. Die äusserste Zellschichte allein ist derbwandig und einigermassen ähnlich der gleichen Schichte bei Capparis, vorausgesetzt, dass man nicht, wie Baillon, die der Samenschale anhängen bleibende innere Fruchtpartie (in welche bei Capparis jamaicensis Jacq., coll. Curtiss n. 204, z. B. stark verdickte Sklerenchymzellen, ähnlich wie im Blatte, sich eingebettet finden, mitunter annähernd sternförmig verzweigt) für die äusserste Schichte des Samens selbst ansieht (s. Baill., Hist. d. Pl. III, p. 152, annot. 4, woselbst zweimal ein „inneres" Integument aufgezählt wird, wovon wohl das erst beschriebene

„tégument mou, blanchâtre“ als das äussere im Sinne Baillon's zu nehmen ist).[1]) Wo etwa bei den Capparideen ausser bei Boscia (s. ob. B. firma) eine ähnlich dünnhäutige Beschaffenheit der Samenschale auftritt, darüber gab das mir vergleichbar gewesene Material keine bestimmten Fingerzeige. Verglichen mit Capparis erscheinen die Verhältnisse von Samenschale und Endocarp bei Forchhammeria geradezu vertauscht: dort fleischiges Endocarp und derb krustenartige Samenschale; hier derbes und zähes, fast knorpelartiges Endocarp, aber eine dünnhäutige Samenschale.

Von dem Embryo war schon im Vorausgehenden die Rede. Dass der Amylumgehalt der Cotyledonen auch anderwärts in der Familie der Capparideen vorkomme, entgegen der Angabe von Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, Fasc. 39, 1865, p. 239 „embryo carnosus oleosus (nec amylum continens)“, zeigten mir die Samen von Capparis verrucosa Jacq., C. jamaicensis Jacq. und C. cynophallophora L., die ersteren beiden von Baron von Egger aus St. Thomas übersendet, die letzteren von Martius in Brasilien gesammelt und wie die von C. jamaicensis besonders reich an Stärke. Bei den gewöhnlich unvollständig ausgereiften Samen von Herbariumexemplaren der C. jamaicensis war Stärke zwar nur in geringerer Menge, aber doch deutlich nachweisbar. Gänzlich fehlte sie z. B. im Embryo von Capparis micracantha DC. und von Morisonia americana L.

Aus dem Bisherigen ergibt sich, dass nichts in der Organisation der Reproductionsorgane von Forch-

1) Zu einer anderen, so zu sagen umgekehrten, unrichtigen Deutung ist durch die Adhäsion von Samenschale und Fruchtwandung Kunth geführt worden, so dass er sich unter Capparis intermedia in Nov. Gen. et Sp. Pl. V, 1821, p. 98, zu der Frage veranlasst sah: „An integumentum (seminum sc.), quod epispermium credidi, epicarpium est?“

hammeria der Zugehörigkeit dieser Gattung zur Familie der Capparideen widerspricht, dass vielmehr für eine ganze Reihe von Organisationsverhältnissen gerade bei dieser Familie sehr nahe Analogieen zu finden sind.

Diesen Analogieen reiht sich die traubige Inflorescenz an mit Unterdrückung der Vorblätter und fast völligem Schwinden der durch einen sogenannten Zahn der Spindel ersetzten Tragblätter, wie das im Anschlusse an die Familie der Cruciferen, bei welchen vollständige Unterdrückung der Tragblätter und Vorblätter bekanntlich mit zum Familiencharakter gehört, auch den Capparideen eigen ist, und zwar für die Vorblätter in der Regel, für die Tragblätter wenigstens theilweise. Dem letzt Gesagten entspricht es, dass unter den männlichen Blüthen von F. pallida gelegentlich deutliche, pfriemliche, etwa 2 mm lange Bracteen wahrzunehmen sind.

Weiter werden diese Analogieen, und zwar ganz besonders werden sie unterstützt durch das Verhalten der Zweige und der Blätter, an welch' letzteren namentlich sich recht deutlich zeigt, dass die Gattung Forchhammeria — um ein an anderer Stelle (s. d. eingangs erwähnte Festrede, p. 48) für solches Verhalten im allgemeinen schon einmal gebrauchtes Bild auf den speciellen Fall hier in Anwendung zu bringen — aus Capparideen-Material (nicht etwa aus Euphorbiaceen- oder Malvaceen-Material) geformt ist, so sehr das auch durch die eigenthümliche Verwendung, welche in ihr dieses Material gefunden hat, dem nicht genug in die Tiefe dringenden Blicke verdeckt erscheinen mag.

In Betreff der Zweige ist zunächst eine Uebereinstimmung von Forchhammeria mit den strauch- und baumartigen Capparideen im allgemeinen zu bemerken, indem ihr ebenso wie vielen von diesen ein grobfaseriger Bast, dessen Bündel die an den getrockneten Zweigen hervortretende Strei-

fung der Oberfläche bedingen, und ein zwar dichtes, aber grobsplitteriges Holz eigen ist.

Ausserdem aber zeigt Forchhammeria noch eine besondere Uebereinstimmung mit gewissen Cappareen in dem Auftreten einer bestimmten Anomalie im Bau der Zweige.

Anomale Verhältnisse der Zweigstructur sind meines Wissens bisher nur bei einer Pflanze aus der Gruppe der Cappareen beobachtet gewesen, bei Maerua uniflora nämlich, welche De Bary (Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, 1877, p. 606) unter denjenigen Gewächsen aufzählt, bei welchen „erneute successive Zuwachsringe" auftreten, und zwar derart, dass sie „in der Bastzone selbst" ihre Entstehung nehmen, ähnlich wie bei Tontelea, Phytolacca etc.

Es liegt mir sicher bestimmtes Material von Maerua uniflora nicht vor.

Dagegen finde ich bei einer Durchsicht des mir zugänglichen Capparideen-Materiales ein dem eben erwähnten ähnliches Verhalten bei einer anderen Art derselben Gattung, bei Maerua oblongifolia, und ganz besonders deutlich bei Roydsia.

Forchhammeria nun schliesst sich in ihren beiden Arten den genannten Fällen anomaler Zweigstructur bei den Capparideen enge an, doch mit der Modification, dass die neuen Zuwachsringe in der primären Aussenrinde entstehen, in der Weise also, wie ich das seiner Zeit für die Menispermaceen, eine von den Capparideen nicht allzuweit abstehende Familie, an Cocculus laurifolius nachgewiesen habe (s. Regensburger bot. Zeitung „Flora", Jahrg. XLI, 1858, p. 193 etc.). Wie dort wird bei F. pallida sowohl, als bei F. apiocarpa — und das spricht wieder, ausser dem schon oben in dieser Hinsicht Angeführten, laut für die generische Zusammengehörigkeit

dieser beiden Pflanzen — der Hartbast des ersten Ringes von dem zweiten Zuwachsringe vollständig eingeschlossen; der zweite Ring selbst erhält keinen Hartbast mehr, und das Gleiche ist nach Analogie mit den Menispermaceen wohl auch für alle weiter folgenden Ringe anzunehmen. Das mir vorliegende Beobachtungsmaterial besteht nur aus Zweigen von 4,5 (F. apiocarpa) bis 5,5 mm Dicke (F. pallida), an welchen erst ein neuer Ring, bald im ganzen Umfange des Zweiges, bald erst für einen Theil desselben seine Entwicklung gefunden hat. Noch mehr in's Einzelne die Zweigstructur zu verfolgen, erscheint hier nicht von Belang.

Was endlich die Blätter betrifft, so ist schon eingangs die äussere Aehnlichkeit der Blätter von Forchhammeria mit denen gewisser Boscia-Arten betont worden. Diese Aehnlichkeit tritt namentlich bei Vergleichung von F. pallida mit B. intermedia auf's lebhafteste hervor und bezieht sich ebensowohl auf die Gestalt und die Farbe als auf bestimmte Structurverhältnisse und davon abhängige Momente der äusseren Erscheinung: Glanzlosigkeit der Oberfläche, namentlich unterseits, beiderseitiges Hervortreten des engmaschigen Adernetzes, dessen beim Trocknen zusammengefallene Füllmasse jeder Masche allein Liebmann zu der Bezeichnung der Blätter als „utrinque subtilissime foveolata“ (ähnlich wie Eichler für Capparis linearis zu der Bezeichnung der Blätter als „reticulato-foveolata“ — s. Flor. Bras. XIII, 1, p. 282) veranlasst haben kann, endlich Auftreten kleiner, durchsichtiger Strichelchen an den voll ausgebildeten, getrockneten Blättern, welches hier, wie bei anderen, im Folgenden näher zu bezeichnenden Capparideen, auf einer eigenthümlichen Veränderung des Blattfleisches beim Trocknen beruht. Auch die Anheftungsweise der Blätter an den Zweigen ist bei Forchhammeria dieselbe, wie bei Boscia und anderen Cappar ideen, für welche dieselbe durch die Bezeichnung

„petioli cum ramo articulati" ausgedrückt zu werden pflegt (s. Benth. Hook. Gen. unter Boscia und Maerua). Es war hievon und von der damit angedeuteten Ringfurche an der Basis des Blattstieles schon oben bei der Vergleichung der verschiedenen Angaben über die Nebenblättchen von Forchhammeria die Rede, welche sich in ganz ähnlicher Weise, wie dort erwähnt, auch bei anderen Capparideen mit weit gehender Reduction derselben vorfinden; so z. B. bei Capparis flexuosa Bl., namentlich an den blüthentragenden Zweigen, als „Stipulae spinulosae brevissimae" (Bl. Bydr. I, p. 53), welchen die von F. pallida nach der Beschreibung in Benth. Hook. Gen. III, p. 278 sehr nahe kommen müssen.

Wenden wir uns nun von den äusserlich wahrnehmbaren Verhältnissen zu den inneren, feineren, nur durch das Mikroskop aufzudeckenden Structureigenthümlichkeiten, so findet sich gerade hier die unverkennbarste Uebereinstimmung von Forchhammeria mit anderen Capparideen, wenn auch nicht gerade zunächst wieder mit Boscia. Die Blätter von Boscia zeichnen sich unter anderem durch das Vorkommen von Sklerenchymzellen unter der Epidermis beider Blattseiten aus, welche theils an die Epidermis sich anschmiegen, theils senkrecht zu dieser mit spitzen Aesten in das Innere des Gewebes eindringen (s. ob.). Derartige Sklerenchymzellen, wie sie bei den Capparideen in mannigfacher Weise modificirt noch vielfach sich finden, besitzen die Blätter von Forchhammeria nicht. Dagegen haben sie mit anderen Capparideen das Auftreten eines einschichtigen Hypoderms an der oberen Blattseite gemein. Ferner sind sie, was ebenfalls mehrfach bei den Capparideen zu beobachten ist (sieh die Angaben von Vesque über die Blattstructur in dieser Familie in Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, 1882, p. 47 etc.), durch eine krystallführende Epidermis ausgezeichnet, derart,

dass jede der Epidermiszellen, welche polygonal und an der unteren Blattseite kleiner als an der oberen sind, einen bei Zukehrung einer Endfläche mehr oder minder weckenförmig oder als ungleichseitig sechseckiges Täfelchen erscheinenden Krystall (oder zwei solche mit einander verwachsene Krystalle) enthält.[1]) Nur die Nebenzellen der Spaltöffnungen sind, wie auch die Zellen der Zweigepidermis, frei von Krystallen. Die Spaltöffnungen, welche sich nur an der unteren Blattseite finden, sind durch Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet, welche vielfach bei den Cappar ideen sich wiederfinden: Die Schliesszellen sind fast halbkreisförmig, gegen einander wie die Flächen eines Daches gestellt und von einem niederen radiär gestreiften Walle umzogen, welchen die verdickte Cuticula der umgebenden Zellen bildet; sie umschliessen einen kurzen, aber weiten und tiefen Vorhof; ihre Aussenwände sind stark verdickt und lebhaft glänzend.

Und nun bleibt zum Abschlusse der Betrachtung über die charakteristischen inneren Eigenthümlichkeiten des Blattes noch die Natur der durchsichtigen Strichelchen in's Auge zu fassen, welche besonders bei F. apiocarpa deutlich hervortreten, und in welchen ein sehr wesentlicher Hinweis auf die Capparideen-Natur von Forchhammeria zu sehen ist — nicht so fast, als ob den Capparideen regelmässig, und allein ihnen, solche Strichelchen zukämen und diese für sich selbst also schon ausreichten, die Capparideen-Natur von Forchhammeria zu erweisen, wohl aber in so fern, als sie bei der ausserordentlichen Uebereinstimmung mit denen gewisser Cappari-

1) Diese Krystalle erweisen sich nach ihrem Verhalten zu Lösungsmitteln als oxalsaurer Kalk. Krystalle von oxalsaurem Kalke enthält z. B. auch die Epidermis von Capparis subcordata. Bei anderen Capparis-Arten dagegen verhalten sich die betreffenden Krystalle wie Gyps. So bei C. jamaicensis Jacq. z. B., bei deren Betrachtung ich hierauf (in einer folgenden Abhandlung) zurückkommen werde.

deen geeignet sind, den übrigen auf diese Familie hindeutenden Charakteren noch weiteren Nachdruck zu geben und den daraus zu entnehmenden Schluss auf die Zugehörigkeit von Forchhammeria zur Familie der Capparideen zu besiegeln, gleichwie sie auch zuerst bestimmteren Hinweis auf diese Zugehörigkeit gegeben haben.

Derartige Strichelchen finden sich ausser bei den oben p. 62 schon genannten Boscia-Arten namentlich bei verschiedenen Arten von Capparis selbst, americanischen und anderen, besonders bei C. jamaicensis Jacq. (Collect. Curtiss n. 204, Florida), C. odoratissima Jacq. (Moritz n. 481, Venezuela), C. isthmensis Eichl. (Hoffmann & Warsewicz, Costa-Rica) und bei den indisch-malayischen C. micracantha DC., C. flexuosa Bl., C. callosa Bl. (sämmtlich in Original- und anderen Exemplaren untersucht), entweder unmittelbar im durfallenden Lichte unter der Lupe sichtbar, oder bei dickeren Blättern erst nach dem Anschneiden des Blattes von der Unterseite her, so dass die Epidermis mit ihrer Bedeckung und ein Theil des schwammförmigen Gewebes entfernt wird, und das Licht nun den Rest der Blattsubstanz zu durchdringen vermag.

Es liegen denselben Lücken im Gewebe zu Grunde, bald nur auf das Pallisadengewebe sich erstreckend, wie sie Vesque (l. c. p. 88) für Capparis callosa angeführt hat, ohne jedoch auf die davon herrührenden durchsichtigen Strichelchen hinzuweisen, bald auch in das darunter befindliche Gewebe herabreichend. Dieselben stellen sich auf Flächen- und Querschnitten als lufterfüllte Räume ohne besondere Wandungen dar, der Lage und Beschaffenheit der benachbarten Zellen nach zu urtheilen zweifellos durch Zerklüftung des Gewebes beim Austrocknen des Blattes unter Auseinanderweichen oder auch theilweisem Zerreissen der Zellen entstanden. Sie sind von zusammengeschrumpften Zellen umgeben mit faltig gestreiften Wan-

dungen, welche bei Einwirkung von Wasser allmälig sich glätten, während gleichzeitig die Ränder der Lücken, ebenso wie der im Weichbaste durch Austrocknen entstandenen Risse, sich einander nähern. Die Lücken verschwinden vollständig beim Kochen des Blattes in verdünnter Kalilauge, indem sich dabei die Zellen unter mässiger Quellung der Membranen auf ihr ursprüngliches Volumen ausdehnen und wieder aneinander legen. Kochen in Wasser reicht dazu nicht aus.

Der Umstand, dass die Klüfte auf Flächenschnitten theilweise stumpfe Enden und bogige Grenzlinien zeigen, ist der Auffassung derselben als blosser Trockenrisse wenig günstig.

Es erschien daher, um darüber weitere Klarheit zu gewinnen, wünschenswerth, wenigstens von einer der betreffenden Arten auch lebende Blätter auf ihre Structur untersuchen und die der Annahme nach beim Trocknen sich einstellenden Veränderungen in ihrem Werden beobachten zu können.

Glücklicher Weise fand sich unter den Capparideen des Münchener Gartens eine hiefür geeignete Pflanze, deren trockene Blätter in ganz ausgezeichnetem Masse die durchsichtigen Strichelchen zeigen.

Ich konnte die Pflanze, da sie zu Ende des Monats September Blüthen entwickelte, mit all' der Sicherheit, welche die unvollständigen und ungenauen Angaben über die betreffende Art überhaupt zuliessen, als Capparis flexuosa Bl. bestimmen, und diese Bestimmung wurde später durch die Vergleichung mit einem aus Leiden erhaltenen Originalexemplare Blume's bestätiget. Wie diese auf Java einheimische, als Topfgewächs ein fast 2 Meter hohes Bäumchen darstellende Pflanze in den Münchener Garten kam, wird kaum mehr mit Sicherheit zu eruiren sein. Möglicher Weise stammt sie aus Samen, welche mit anderen, laut vorhandenem Verzeichnisse, durch Kollmann i. J. 1824

aus Java (Buitenzorg) an Martius gesendeten in den Garten gelangt sein mögen. Vielleicht auch kam sie (aus Java) durch v. Siebold an Zuccarini. Sie gab, ausser zu Beobachtungen über die Blattstructur, noch zu mancherlei mittheilenswerthen Wahrnehmungen Gelegenheit, und diese mögen, vereiniget mit solchen über andere Capparis-Arten, in einer folgenden Abhandlung „Ueber einige Capparis-Arten" ihre Darlegung finden. In der Frage, um welche es sich jetzt handelt, lieferte dieselbe den bestimmtesten Aufschluss darüber, dass die in Rede stehenden durchsichtigen Strichelchen nichts anderes als Trockenrisse des Blattfleisches sind, wie aus dem Folgenden sich ergibt.

An den lebenden Blättern, welche besonders an den Blüthenzweigen dünn genug sind, um im durchfallenden Lichte daraufhin untersucht werden zu können, ist keine Spur von durchsichtigen Strichelchen vorhanden.

An Flächenschnitten des lebenden Blattes, welche, um eine Vertrocknung des Gewebes während der Ueberführung auf den Objectträger auszuschliessen, unter Wasser gefertiget und in Wasser liegend untersucht wurden, findet sich ein durchaus gleichmässiges, höchstens stellenweise ungleich stark chlorophyllhaltiges Pallisadengewebe, in welchem nichts die Stellen verräth, an denen beim Trocknen die Zerklüftung eintritt.

Sucht man, um die mit dem Durchschneiden der Zellen verknüpften Veränderungen auszuschliessen, das Innere des Blattes dem Auge durch Verdrängung der Luft in demselben zugänglicher zu machen, indem man frische Blätter auf so lange in Wasser legt, bis dasselbe wenigstens stellenweise in die Intercellularräume eingedrungen ist, was an dem veränderten, glasigen Aussehen solcher Stellen leicht erkannt wird, so sind auch an solchen Partieen weder durchsichtige Strichelchen noch irgend welche Eigenthümlichkeiten wahr-

zunehmen, welche eine Begünstigung des einen Punktes vor dem anderen für das Hervortreten der Strichelchen unter anderen Umständen erkennen liessen. Schnitte von solchen Stellen zeigen die gleichen Verhältnisse, wie die von lufthaltigen Blättern unter Wasser gefertigten.

An Schnitten von frischen Blättern dagegen, welche unter Ausschluss von Wasser gefertiget werden, treten jederzeit, bis man sie zur Einstellung bringen kann, die Strichelchen mehr oder weniger deutlich hervor.

Ueberlässt man von der Pflanze abgelöste Blätter der Austrocknung, so sieht man deutlich mit dem Fortschreiten des Wasserverlustes die Zerklüftung, resp. das Auftreten durchsichtiger Strichelchen, an einzelnen, schon trockener gewordenen Stellen beginnen und allmälig über das ganze Blatt hin sich ausbreiten.

Wird die Wasserentziehung durch Einbringen des Blattes in Alkohol bewerkstelliget, so unterbleibt die Zerklüftung, wie unter Alkohol gemachte und untersuchte Flächenschnitte von solchen Blättern darthun, vollständig, und demgemäss unterbleibt auch das Auftreten durchsichtiger Strichelchen an solchen Blättern oder Blattstücken. Der Grund hievon liegt wohl darin, dass die Wasserabgabe hier langsamer vor sich geht, unter gleichzeitigem Eintritte von Alkohol an die Stelle des Wassers und gleichzeitiger Härtung des Gewebes, wodurch natürlich ganz neue mechanische Dispositionen geschaffen werden.

Die zahlreichsten und am tiefsten gehenden Klüfte entstehen am trockenen Blatte von Capparis flexuosa in der Nähe der Gefässbündel, für die einzelnen Venenmaschen nicht selten einen förmlichen Kranz durchsichtiger Strichelchen bildend. Es scheint das damit zusammenzuhängen, dass die Gefässbündel am wenigsten der Schrumpfung des trocknenden Gewebes Folge zu leisten vermögen.

An jungen, noch nicht voll ausgewachsenen Blättern

unterbleibt beim Trocknen die Zerklüftung mehr oder weniger, wahrscheinlich weil hier die Gefässbündel und die Epidermisplatten der Schrumpfung des austrocknenden Gewebes noch leichter nachzugeben vermögen.

Die vergleichende Untersuchung des lebenden und des getrockneten Blattes derselben Pflanze, Capparis flexuosa Bl., bestätiget also vollauf die schon ausgesprochene Ansicht über die Natur der durchsichtigen Strichelchen im letzteren als blosser Gewebeklüfte. Dass diese Klüfte an der gleichen Pflanze stets in gleicher Form und an bestimmten Stellen entstehen und bei nahe verwandten Pflanzen, wie bei den verschiedenen Arten der Gattung Capparis, soweit sie denselben überhaupt zukommen, in einander sehr ähnlichen Formen auftreten, das ist wohl sicherlich die Folge bestimmter, gleichartiger mechanischer Dispositionen, welche näher zu analysiren zur Zeit kaum möglich sein dürfte. Zweifellos sind dieselben, neben anderem, von dem Materiale, aus welchem das Blatt besteht, abhängig, und deutet somit ihre Gleichartigkeit wieder auf gleichartiges, demselben Verwandtschaftskreise eigenes Material hin. In diesem Sinne dürfte das oben (p. 89) gebrauchte Bild von der Formung der Gattung Forchhammeria aus Capparideen-Material mehr als ein blosses Bild sein.

Auch bei Pflanzen aus anderen Familien sind ähnliche Gewebeklüfte bereits beobachtet (so bei den Sapindaceen: Placodiscus leptostachys und Matayba juglandifolia, s. Radlk. Ueb. Cupania, 1879, p. 606 und 635), aber ohne dass die Erscheinung in gleicher Form, in gleich reichlichem Masse und mit gleich auffallender Deutlichkeit, wie bei den genannten Capparideen aufträte.

Bei den Capparideen scheint die geschilderte Gewebezerklüftung eine ziemlich beträchtliche Verbreitung zu besitzen, nur dass sie nicht immer gleich stark

auftritt und namentlich nicht immer in Form durchsichtiger Strichelchen wahrnehmbar wird, da das eine Mal die Klüfte unter einer derben Epidermis versteckt bleiben, das andere Mal eine mächtigere Schichte schwammförmigen Gewebes oder die Natur des eingetrockneten Zellinhaltes die Durchleuchtung des Blattes überhaupt hindert, wie z. B. bei Cádaba glandulosa, bei welcher man nach dem Anschneiden des Blattes Klüfte reichlich wahrnimmt.

Auffallend ist es, dass Vesque nicht ebenso, wie für Capparis callosa Bl., diese Klüfte auch für andere der von ihm untersuchten Arten mit durchsichtigen Strichelchen und namentlich für Capparis jamaicensis Jacq. erwähnt, bei welcher sie so gross und reichlich sind, dass das umgebende Gewebe auf Flächenschnitten nur mehr schmale Scheidewände dazwischen bildet, wie das Gewebe in der Umgebung der Luftcanäle eines Blattstieles oder Stengels von Nymphaea oder einer ähnlichen Wasserpflanze.

Uebrigens scheint Vesque als C. jamaicensis überhaupt eine andere Art vor sich gehabt zu haben, als die in den oben erwähnten Materialien von Curtiss n. 204 enthaltene.

Ich werde darauf in der schon erwähnten folgenden Abhandlung „Ueber einige Capparis-Arten" zurückkommen.

Und um nun die Betrachtung über Forchhammeria abzuschliessen, so scheint es nach dem, was als für die Zugehörigkeit derselben zu den Capparideen sprechend angeführt worden ist, kaum mehr nöthig, auch noch das näher zu beleuchten, was gegen ihre Zugehörigkeit zu den Euphorbiaceen hervorgehoben werden kann. Auf das Fehlen des Sameneiweisses, welches bei den Euphorbiaceen fast ausnahmslos in ansehnlichem Masse entwickelt ist, hat schon J. Müller hingewiesen. Ebenso auf die abweichende Beschaffenheit des Embryo und der

Frucht mit schwammigem Mesocarpe. Von der vollständigeren, wenn auch immerhin rudimentären Vertretung des anderen Geschlechtes in den männlichen sowohl, wie in den weiblichen Blüthen, im Gegensatze zu dem Verhalten der Euphorbiaceen, war schon oben (p. 80 u. 83) die Rede. Dass keine Spur von Milchsaft oder analoge Producte führenden Elementen bei Forchhammeria zu finden ist, mag dem hier noch beigefügt sein.

Noch weniger erscheint es nothwendig, die nur fragweise von Baillon vorgebrachte Deutung von Forchhammeria als einer Malvacee im besonderen zu widerlegen.

Herr L. Radlkofer sprach ferner:

„Ueber einige Capparis-Arten."

## I.

## Ueber Capparis flexuosa Bl. und die damit zu einer neuen Section Monostichocalyx zu vereinigenden Arten aus dem indisch-malayischen Archipel.

Die in meiner Abhandlung über Forchhammeria (im Vorausgehenden, p. 95 etc.) wegen des Auftretens besonders deutlicher durchsichtiger Strichelchen beim Trocknen des Blattes näher in Betracht gezogene, als Capparis flexuosa Bl. bezeichnete Pflanze des Münchener Gartens, von welcher beim Beginne ihrer Untersuchung weder Name, noch Vaterland bekannt war, stellte, obwohl sie zu Ende September Blüthen zu entwickeln begann, ihrer Bestimmung beträchtliche Schwierigkeiten entgegen, in so fern als sie Merkmale auf sich vereinigt zeigte, welche den bisherigen Angaben gemäss keiner Art oder Artengruppe der Gattung Capparis gleichzeitig zukommen sollten.

Sie musste dem Vorhandensein kleiner Stipulardornen nach, welche den americanischen Arten fehlen, eine der gerontogeen oder australischen Arten sein und schien mit Rücksicht auf die in einer Reihe über der Blattachsel stehenden 3—5 gestielten Blüthenknospen in die Gruppe der „Seriales" DC., aus der Section „Eucapparis" DC., zu gehören.

Dem aber widersprach der Umstand, dass an Stelle der ebenso bei De Candolle, Prodr. I, 1824, p. 245, wie in Benth. Hook. Gen. I, 1, 1862, p. 109 für diese Section hervorgehobenen imbricirten Knospenlage und zweireihigen Anordnung der Kelchblätter eine klappige Knospenlage (mit Hinneigung zur Imbrication nur in so fern, als die Berührungsfläche der aneinander gedrückten Ränder nicht vollständig radiär stand) und einreihige Stellung der Kelchblätter vorhanden war, wie sie für die nur americanische Arten in sich schliessende Section Quadrella (zugleich mit schuppigem Indument) und Colicodendron (zugleich mit Sternhaaren) angegeben wird (sieh Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, Fasc. 39, 1865, p. 268).

Das Auftreten der in der erwähnten Abhandlung über Forchhammeria näher betrachteten durchsichtigen Strichelchen am getrockneten Blatte jedoch, und das sonstige anatomische Verhalten des Blattes im Vergleiche mit dem, was in ganz ähnlicher Weise unter der Bezeichnung Capparis callosa Bl. im Münchener Herbare befindliche, von Blume selbst mitgetheilte Blätter zeigten, leitete unter Berücksichtigung der sehr kleinen Stipulardornen an der Hand der betreffenden Beschreibungen alsbald auf die mit Capparis callosa Bl. sehr nahe verwandte Capparis flexuosa hin und rief die Vermuthung wach, dass hier nur eine der so häufigen, gewöhnlich aus zu weit gehender Verallgemeinerung einer Beobachtung, oder aus Hinweggehen über ausnahmsweise, die Regel durchbrechende Verhältnisse entstehenden Ungenauigkeiten in der Gruppencharakteristik — hier Sectionscharakteristik — vorliege.

Die gütige Mittheilung blüthenknospentragender Originalien, sowohl der Capparis flexuosa Bl., als der ihr zunächst stehenden Arten, aus dem Leidener Herbare hat diese Vermuthung, zugleich mit der provisorischen Bestimmung der in Rede stehenden Pflanze als Capparis flexuosa Bl.,

vollauf bestätiget und gezeigt, dass entweder die Charakteristik der Section Eucapparis entsprechend zu ändern, oder aus den betreffenden Arten eine besondere Section zu bilden sei.

Ich möchte mich um so lieber für das Letztere entscheiden, als auch bei den americanischen Arten die Bildung der Sectionen vorzugsweise auf dem Verhalten des Kelches beruht, und als auch die übrigen Charaktere und namentlich die anatomischen Verhältnisse der Blätter für die betreffenden gerontogeen Arten eine sehr nahe Verwandtschaft unter einander, kaum aber auch mit den übrigen Arten der sogenannten „Seriales“ bekunden.

Die betreffende Section mag ihren Namen dem Umstande, dass die Kelchblätter hier deutlich in eine einzige Reihe geordnet erscheinen, entnehmen und der Section Eucapparis, sowie den übrigen Sectionen der Gattung gegenüber, deren Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, 1865, p. 268, 269 für die americanischen Arten 9 aufgestellt hat, während für die gerontogeen und australischen Arten eine Unterscheidung noch anderer neben den Sectionen Sodada, Eucapparis, Petersia (s. Oliver Fl. trop. Afr. I, 1868, p. 95) und Busbeckia erst von einer genaueren, monographischen Durchforschung des Materiales zu erwarten ist, kurz folgendermassen charakterisirt sein:

Sectio Monostichocalyx: Sepala aestivatione valvata vel vix minime imbricata, 1—seriata; stipulae spinescentes parvae rectiusculae; folia apice callosa, subtus tantum stomatophora, adulta sicca diachymatis rupturis (siccitate ortis) pellucide lineolata, ramulique glabri; embryonis cauliculus longissimus; species indico-malayanae.

Es gehört hieher, ausser den schon genannten beiden Arten Capparis flexuosa Bl. und C. callosa Bl., noch C. micracantha DC. (et Bl. Bijdr.) und die

damit, wie ich in dem Weiteren alsbald zeigen werde, zu vereinigende C. Billardierii DC.

Ehe ich auf die nähere Betrachtung dieser Arten eingehe, mag es angemessen sein, einige der Verhältnisse kurz zu berühren, welche neben der imbricirten Knospenlage des Kelches die übrigen „Seriales" von der neuen Section zu sondern scheinen, namentlich die in Analogie mit den Sectionscharakteren der americanischen Arten als wichtig erscheinenden Verhältnisse des Indumentes, worüber in den Beschreibungen genügende Angaben häufig fehlen, sowie andere anatomische Eigenthümlichkeiten.

Es gereicht mir zu besonderem Vergnügen, mich dabei, wie in dem Folgenden überhaupt, auf den sehr anerkennenswerthen „Versuch einer anatomischen Monographie der Cappareen" stützen zu können, welchen Vesque in lobenswerthestem Bestreben, die anatomische Methode in der Systematik zu fördern, in den Annales des Sciences naturelles, s. 6, t. XIII, 1882, p. 47 etc. veröffentlicht hat, und auf welchen ich schon in der Abhandlung über Forchhammeria Beziehung zu nehmen mehrfach Gelegenheit gehabt habe. Ich begnüge mich im allgemeinen mit einer Verweisung auf diesen Versuch. Nur wo die Eigenthümlichkeit der Verhältnisse es erheischt, oder wo die Resultate meiner Beobachtungen abweichende sind, werde ich specieller darauf im Folgenden zurückkommen.

---

Was zunächst die aus dem Gebiete der malayischen Flora noch bekannt gewordenen Arten der „Seriales" betrifft, wie sie Miquel in der Flor. Ind. Bat. I, 2, 1859, p. 98—99, vier an der Zahl, aufgeführt hat, so bin ich durch die gütigen Mittheilungen des Leidener Herbares in Stand gesetzt, auf Grund eigener Untersuchung anzugeben, dass alle deutlich, wenn auch mitunter (wie besonders C.

foetida Bl.) nur schmal imbricirte Kelchblätter besitzen, und dass keine derselben mehr eine nahe Verwandtschaft zu den eben genannten Arten verräth.

Eine dieser vier Arten, C. erythrodasys Miq. (Originalexemplar von Junghuhn aus Java), fällt überdiess, wie das bereits in Hooker Flor. Brit. Ind. I, 1, 1872, p. 178 angegeben ist und wie das schon durch die völlig übereinstimmende Bekleidung mit eigenthümlichen, einzelligen, unregelmässig sternförmigen, 4—5-strahligen Haaren (s. Vesque l. c. p. 89, tab. 1, fig. 7) angezeigt wird, zusammen mit der indischen C. horrida L. (Exemplar von Hook. und Thoms. aus Bengalen, etc.). Eine zweite, C. foetida Bl. (Originalexemplar von Blume aus Java), mit regelmässiger sternförmigen, einzelligen Haaren, welche ausser den horizontalen Strahlen auch einen senkrecht aufstrebenden und zwar stärksten, mitunter selbst wieder verästelten Strahl besitzen (während Vesque l. c. p. 88, nach Exemplaren von Zollinger n. 2265, welche ich nicht vergleichen konnte, die Haare als gewöhnlich vierstrahlig und horizontal ausgebreitet bezeichnet), zeigt ebenfalls mit festländischen Arten, wie mit der gleichfalls durch Sternhaare und schmale Deckung der Kelchblätter ausgezeichneten C. tenera Dalz. (Exemplar von Helfer, Cat. Kew. n. 181, etc.; cf. Vesque l. c. p. 90) nähere Verwandtschaft, als mit den übrigen insularen, malayischen Arten, und sicherlich ist sie nicht etwa, wie seiner Zeit Sprengel in Syst. Veg. IV, 2, cur. post., 1827, p. 204 wollte, mit der insularen C. pubiflora DC.[1])

---

1) Capparis pubiflora DC. (Cuming Plant. Philipp. n. 955) besitzt an den Blüthentheilen, wie schon Vesque l. c. p. 84 (nach authentischen Exemplaren aus Timor) angibt, und an den jungen Blättern, wie ich hinzufügen kann, schmal bandartige, an ihren Enden häufig spiralig gedrehte, röthlich gelbe, zweiarmige Haare und unterscheidet sich dadurch schon deutlich von C. foetida Bl., wie noch weiter durch die sämmtlich mit je einer Krystalldruse von oxal-

zu vereinigen. Die dritte und vierte Art, C. subcordata Spanoghe, mit wehrlosen Zweigen, weiter mit einer Hypodermschichte an der oberen Seite der starr lederigen, nur unterseits mit Spaltöffnungen versehenen Blätter, und C. trapeziflora Spanoghe, mit nach abwärts gekrümmten Stipulardornen, ferner mit einzelnen, am Rande sogar zahlreichen Spaltöffnungen auch auf der Oberseite[1]) und mit kleinen, durchsichtigen, von strahlig krystallinischen, doppelt brechenden Massen herrührenden Punkten in den ebenfalls mit einer flachen Hypodermschichte an der oberen Seite ausgestatteten Blättern (beide in Originalexemplaren von Spanoghe aus Timor untersucht, bei Vesque fehlend), erweisen sich durch ihre Bekleidung mit röthlichen, zweiarmigen, dünnwandigen, breit bandartigen, oberseits rinnig concaven Haaren, sowie durch eine auf 8 bis 9 beschränkte Anzahl von Staubgefässen als eigenthümliche, unter einander nächst verwandte Arten, welche gleichsam die Gruppe der „Octandrae“ in der Abtheilung der „Seriales“ wiederholen.

Keine deutlichen näheren Beziehungen zu den Arten der Section Monostichocalyx zeigen weiter die Arten des indischen Festlandes aus der Gruppe der „Seriales“, soweit ich dieselben untersuchen konnte, nämlich: Capparis horrida L. (s. im Vorhergehenden) mit Einschluss von C. terniflora DC. und C. quadriflora DC. (nach Hook. Flor. Brit. Ind. I, 1, 1872, p. 178, woselbst offenbar nur durch

---

saurem Kalke erfüllten Blattfleischzellen (s. Vesque l. c. p. 84, tab. 1, fig. 4), worin ihr C. olacifolia, multiflora und die von Vesque für C. Volkameriae DC. genommene Pflanze aus den Molukken (l. c. p. 86) nahe kommen. Sie ist überdiess ebenso bei De Candolle, wie bei Miquel und bei Vesque nicht der Gruppe der „Seriales“, sondern jener der „Pedicellares“ beigezählt.

1) Wo Aehnliches nicht direct erwähnt ist, sind Spaltöffnungen bei den bisher und den im Folgenden aufgeführten Arten nur an der Unterseite des Blattes vorhanden.

einen Druckfehler der Name terniflora in tenuiflora umgewandelt ist); die ihr nach Beschaffenheit des Indumentes und der äusseren, die Knospe ursprünglich ganz umschliessenden und mit ihren Rändern sich klappig berührenden Kelchblätter wohl zunächst verwandte C. olacifolia Hook. f. & Th. (Hook. f. & Th. n. 16, aus Sikkim; bei Vesque fehlend), mit polygonalen, glatten, von einer gelben Substanz erfüllten und an der Blattoberseite zugleich gerbstoffhaltigen Epidermiszellen, sowie mit Krystallablagerungen in fast jeder Zelle des Blattfleisches; C. tenera Dalz. mit unregelmässig sternförmig verästelten Haaren (von welcher schon vorhin bei C. foetida die Rede war); C. multiflora Hook. f. & Th. (Exemplar von Griffith, Cat. Kew. n. 186; bei Vesque fehlend) mit zweiarmigen Haaren an den Zweigen, Blüthenstielen und Blattanlagen, die Blätter beiderseits mit glatten, welligen Epidermiszellen und mit Krystallablagerungen in zahlreichen Zellen des Blattfleisches; C. disticha Kurz (Originalexemplar aus dem Sittang-Thale und Exemplar von Scott aus Pegu, Rangoon; bei Vesque fehlend) mit nur „8 Staubgefässen", abgesehen von den Rändern der schmal deckenden Kelchblätter und den übrigen Blüthentheilen kahl und nur an den ganz jugendlichen Blattanlagen der äussersten Zweigspitzen mit einzelligen oder spärlich gegliederten, wiederholt unregelmässig verzweigten, zwei- oder mehrarmigen, hin und her gekrümmten und zusammengefallenen Haaren besetzt, in der Beschaffenheit der beiderseitigen Epidermis an C. micracantha erinnernd (s. unt.), das Diachym ohne Krystalle; C. membranifolia Kurz (Originalexemplar aus dem Karen-Gebiete von Birma; bei Vesque fehlend) mit deutlich deckenden äusseren Kelchblättern, kahl, ausser vielleicht an den Blattprimordien, welche fehlten, die Epidermiszellen an der Blattoberseite stark wellig und glatt, die an der Unterseite mit stark wellig gestreifter Cuticula, Diachym ohne Krystalle; C. sabiaefolia Hook. f. & Th.

(Hook. f. & Th. n. 19, aus Kashia; bei Vesque fehlend), kahl, abgesehen vielleicht von den jugendlichen Blattanlagen, welche nicht vorhanden waren, die Epidermis beiderseits mit starker, glatter, brüchiger Cuticula versehen, die Epidermiszellen polygonal, die der Oberseite da und dort mit krystallinischen Ablagerungen erfüllt, die Zellen des Blattfleisches an der mit unreifen Früchten versehenen Pflanze in auffallender Weise sämmtlich mit Amylum vollgepfropft; C. viminea Hook. f. & Th. (Exemplar von Griffith aus Ostbengalen, Cat. Kew. n. 182 mit nicht voll ausgebildeter Frucht, auf welches die Angaben von Vesque, l. c. p. 90, nach einer auch von Oliver hieher gerechneten Pflanze von Welwitsch aus Angola nicht passen, so dass die Identität der africanischen Pflanze mit der indischen sehr fraglich erscheint), kahl, abgesehen vielleicht von den jungen, nicht vorhanden gewesenen Blattanlagen, die Epidermis, wie die von C. disticha Kurz an C. micracantha erinnernd, die untere stark wellig gestreift, das Diachym krystallfrei, oder doch nahezu so, bifacial, die Pallisadenzellen fast die Hälfte der Blattdicke einnehmend, die Gefässbündel ringsum, oder die kleineren ober- und unterseits von Sklerenchymfasern begleitet. Ueber die schon von De Candolle, Prodr. I, 1824, p. 247, den „Seriales" beigezählte C. acuminata Willd. aus Vorderindien und die nach Hook. Flor. Brit. Ind. p. 178 wahrscheinlich mit ihr zusammengehörige C. zeylanica (non L.) DC., bei welcher von De Candolle ausser Ceylon auch Java (aber kaum mit Recht) als Vaterland angegeben ist, kann ich Bestimmtes nicht beibringen, da mir Material davon fehlte, wie auch von der in Hook. Flor. Brit. Ind. unter den „Seriales" aufgeführten C. Finlaysoniana Wall. („Cat. 6992 B, nicht A", welch' letztere zu C. micracantha gebracht wird) und der von Kurz in seinen Beiträgen zur Flora von Birma, Journ. Beng. Soc. XLIII, 2, 1874, p. 69 aufgestellten C. roydsiae-

folia. Angaben über sie fehlen auch bei Vesque. Eine Zugehörigkeit derselben zu der hier aufgestellten Section Monostichocalyx ist kaum zu erwarten.

Das Gleiche gilt wohl auch für die bei Vesque unter den „Seriales" aufgeführte C. membranacea Gardn. et Champ. aus China, für die mir ebenfalls Autopsie fehlt. Gardner hat sie bekanntlich als der C. quiniflora DC. nahe stehend betrachtet (s. Hook. Journ. Bot. and Kew Gard. Misc. I, 1849, p. 242).

Für die beiden australischen Arten, welche sowohl nach De Candolle l. c. als nach Benth. Fl. Austr. I, 1863, p. 93, 94 allein von den Arten dieses Gebietes zu den „Seriales" zu rechnen sind, C. lasiantha R. Br. und C. quiniflora DC., werden von Bentham bestimmt äussere und innere, also deutliche Deckung zeigende Kelchblätter unterschieden. Beide Arten scheinen ihrer Behaarung und einer geringeren Zahl von Staubgefässen gemäss in näherer Beziehung zu C. subcordata und trapeziflora zu stehen. Für die erstere gibt Benth. l. c. „ungefähr 12", für die letztere „wenige" Staubgefässe an. Bei C. lasiantha fand ich Blatt und Blüthenknospen, welche mir aus dem Herb. De Candolle zur Untersuchung vorlagen, mit rostbraunen, zweiarmigen Haaren besetzt. Aehnliche Haare gibt Vesque für C. quiniflora an (l. c. p. 87). Das dick lederige, starre Blatt von C. lasiantha ist ausgezeichnet durch annähernd centrischen Bau, durch eine auf beiden Blattseiten gleichartige, kleinzellige und mit sehr starker Cuticula versehene Epidermis, mit engen, am Rande gestreiften Zuführungscanälen zu den beiderseits ziemlich gleich häufigen Spaltöffnungen, ferner durch eine starke Sklerosirung vieler Zellen der ersten und zweiten Schichte unter der Epidermis, von welchen Schichten die äussere, bald an beiden Blattseiten, bald wenigstens an der oberen, aus pallisadenartig gestreckten, die innere aus kürzeren, oft annähernd

cubischen Zellen besteht. Eine mittlere, ungefähr ein Drittel der Blattdicke betragende Gewebsmasse aus dünnwandigen Zellen schliesst die Gefässbündel in sich.

Capparis Volkameriae DC. endlich, nach ihrem Autor die einzige Art vom Cap, welche zur Gruppe der „Seriales" gehört, ist, wie mir scheint, keine selbständige Art, sondern fällt mit C. horrida L. zusammen, deren Verbreitungsbezirk demnach von Indien und den indisch-malayischen Inseln bis Südafrica reicht. Ich habe zwar nur ein Blatt und eine Blüthenknospe von C. Volkameriae zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Aber diese waren Theile des De Candolle'schen Originalexemplares im Herb. Delessert, und ihre Uebereinstimmung mit den gleichen Theilen von C. horrida (z. B. des schon erwähnten Exemplares aus Bengalen) war eine derart vollständige, dass mir irgend ein Zweifel an der Zusammengehörigkeit der beiden Arten nicht mehr geblieben ist. Form, Indument, Nervatur und Textur des Blattes zeigt keinen Unterschied, und ebenso wenig fand sich einer bei vergleichsweise vorgenommener Analyse einer gleich grossen Blüthenknospe, von C. horrida (des bezeichneten Exemplares aus Bengalen) rücksichtlich der Kelchblätter, Blumenblätter und des Pistilles; nur hinsichtlich der Zahl der Staubgefässe, die aber bei den vielmännigen Arten überhaupt keine beständige ist, fand sich ein kleiner Unterschied — 40 nämlich bei der Pflanze vom Cap (De Candolle sagt „ungefähr 30"), 47 aber bei der Pflanze aus Indien, ein Unterschied, welcher von keinem Belange ist. C. Volkameriae DC. ist somit nur als Synonym von C. horrida L. zu betrachten, und damit, dass De Candolle die erstere in die Gruppe der „Seriales" gebracht hat, ist so zu sagen von seiner Seite selbst die Billigung dafür ausgesprochen, dass C. horrida L., die er zu den „Pedicellares" gestellt hatte, auch dahin, wie in Hook. Fl. Brit. Ind., transferirt werde, ähnlich wie auch

von Seite Miquel's durch Einstellung der mit C. horrida gleichfalls identischen C. erythrodasys Miq. in die Gruppe der „Seriales". Dem Gesagten gemäss ist auch deutlich ersichtlich, dass die Pflanze „aus den Molukken" nicht C. Volkameriae DC. sein kann, welche unter diesem Namen Vesque a. a. O. p. 86 hinsichtlich ihrer Blattstructur untersucht hat, denn dieselbe verhält sich beträchtlich anders als C. horrida nach des gleichen Autors eigenen Angaben. Dass die Pflanze zweiarmige Haare und in jeder Blattfleischzelle Krystalle besitzt, lässt sie eher der C. pubiflora als der C. horrida, resp. C. Volkameriae DC., nahe stehend erscheinen, von der sie übrigens doch durch das Auftreten von Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten und noch anderes nach den Angaben von Vesque verschieden zu sein scheint.

Wie weit die hier in den angegebenen anatomischen Charakteren zur Andeutung gekommenen Artengruppen innerhalb der Abtheilung der „Seriales" etwa auch eine Hervorhebung als besondere Sectionen verdienen, und ob vielleicht dazu auch Arten aus den bisher neben die „Seriales" gestellten Abtheilungen der „Pedicellares, Corymbosae und Octandrae" einzubeziehen sein möchten, diese Fragen weiter zu verfolgen, gestattete mir die Lückenhaftigkeit des zur Verfügung gewesenen Materiales nicht. Es wird das überhaupt nur die Aufgabe einer monographischen Bearbeitung der betreffenden gerontogeen und australischen Arten sein können.

---

Ich kehre zurück zu den Arten der neuen Section Monostichocalyx, um über die Beschaffenheit ihrer Blüthen und die anatomischen Verhältnisse ihrer Blätter zu berichten und zum Schlusse die unterscheidenden Merkmale derselben kurz zusammenzufassen.

Entfaltete Blüthen standen mir nur von der lebenden C. flexuosa des Münchener Gartens zur Verfügung.

Ihre Organisation, über welche Hasskarl, Plant. Javan. rariores, 1848, p. 178, einiges Nähere mitgetheilt hat, ist von erheblichem Interesse mit Rücksicht auf eigenthümliche, offenbar eine Wechselbefruchtung durch Insecten begünstigende Einrichtungen und Stellungsverhältnisse.

Ich bemerke zunächst, dass die Blüthe median-symmetrisch ist, dass von den vier Kelchblättern, welche alle am Rande und innerseits neben demselben gegliederte, an der Spitze meist angeschwollene und häufig zweilappige Haare tragen, die seitlichen etwas kürzer sind als die übrigen zwei, sowie dass von den letzteren das vordere das breiteste, das nach rückwärts in der Blüthe fallende das schmälste, aber längste und an der Basis etwas sackartig erweitert, sowie den anderen ziemlich flachen Kelchblättern gegenüber durch eine mehr kahnartige Gestalt ausgezeichnet ist. Es ist das dasselbe Kelchblatt, welches bei C. spinosa und anderen Arten als „Sepalum galeatum“ bezeichnet zu werden pflegt, aber häufig mit falscher Angabe seiner Stellung, wie gleich näher anzuführen.

Ueber diesem Kelchblatte findet sich eine stumpf conische Discusdrüse, an deren Basis seitlich und etwas nach innen gerückt die zwei oberen Blumenblätter eingefügt sind, die sich durch eine Verdickung und stärkere Behaarung der einander zugekehrten und durch die ineinander verfilzten Haare in enger Berührung erhaltenen Ränder auszeichnen, ähnlich wie es Baillon, Hist. d. Pl. III, 1872, p. 151, fig. 175, für C. spinosa dargestellt hat, nur dass er diese Blumenblätter fälschlich als die vorderen bezeichnet und in dem (von Eichler in den Blüthendiagrammen II, 1878, p. 209, Fig. 85 wiedergegebenen) Grundrisse der Blüthe, Fig. 176, sammt der Discusdrüse verkehrt orientirt hat, was

um so unverständlicher ist, als er in Fig. 175 diese Blumenblätter richtig als über dem stärker gewölbten Kelchblatte befindlich darstellt und diess Kelchblatt richtig als das hintere bezeichnet (p. 151).

Einer derartigen, aber auch auf das stärker gewölbte Kelchblatt ausgedehnten, verkehrten Orientirung entspricht die Bezeichnung dieses „sepalum galeatum" als des „vorderen" bei verschiedenen Autoren (s. Benth. Hook. Gen. I, 1, 1862, p. 109, Sect. 1; Oliv. Fl. trop. Afr. I, 1868, p. 95; Hook. Fl. Brit. Ind. I, 1, 1872, p. 173), während Boissier z. B. (Flor. orient. I, 1867, p. 420, 421) offenbar nach Beobachtung der lebenden Pflanze, dasselbe richtig als „oberes" bezeichnet.

Während von den vier Blumenblättern, die an ihrer Aussenseite alle mit gewöhnlich unverästelten, ungegliederten, gedrehten Haaren besetzt sind, die beiden unteren in einem stumpfen Winkel spreizend nach auswärts und abwärts gerichtet sind, stehen die beiden oberen in der entfalteten Blüthe fast gerade in die Höhe, nur mit den Spitzen flügelartig auseinander weichend.

Ihnen schmiegt sich aussen eng das kahnförmige obere Kelchblatt an, auf diese Weise das Reservoir für den Nektar bildend, welcher von der zwischen Kelch und Krone stehenden und in dieses Reservoir hineinragenden Discusdrüse abgesondert wird.

Zu diesem Nektarschatze führt nur ein schmal spaltenförmiger Zugang, etwas unter der halben Höhe der oberen Blumenblätter, durch eine leichte Zurückkrümmung ihrer inneren Ränder gebildet und von einem gelben, später purpurviolett werdenden, sogenannten Honigmale umsäumt.

Die zahlreichen, langen Staubgefässe divergiren nach allen Seiten und sind etwas nach oben gekrümmt.

Zu dem Niveau der Antheren erhebt sich erst später durch allmälige Verlängerung und Aufwärtskrümmung des

ursprünglich zweimal gegen die oberen Blumenblätter hin, erst nach abwärts, dann wieder nach aufwärts umgebogenen, also S-förmig gekrümmten Carpophorums der Fruchtknoten.

Die Wechselbestäubung geschieht diesen Einrichtungen gemäss offenbar durch Insecten, welche, geleitet durch das Honigmal, mit ihren Saugorganen durch die enge Spalte zwischen den oberen Blumenblättern zu dem dahinter liegenden Honigschatze vorzudringen vermögen, ohne dass sie eines Ruhepunktes bedürfen, welchen die zarten Staubgefässe nicht zu gewähren vermögen, durch Insecten also, welche nach Art des sogenannten Taubenschwanzes (Macroglossa) im Schweben saugen und dabei hier mit ihrer unteren Körperfläche nach einander an jüngeren Blüthen die Antheren, an älteren die Narben berühren.

Da die Blüthen an den horizontal vom Stamme aus vorgestreckten Zweigen im allgemeinen sich acropetal entfalten, wenn auch in jeder axillären Reihe die Entwicklung basipetal vorschreitet, so wird das Insect beim Anfliegen zuerst mit neu entfalteten Blüthen, resp. mit deren Antheren, und erst beim allmäligen horizontalen Vordringen gegen die Basis der Zweige mit älteren Blüthen, resp. mit deren Narben, in Berührung treten. Und diese ganze Procedur des successiven Vordringens von jüngeren zu älteren Blüthen ist dem Insecte dadurch ausserordentlich erleichtert, dass alle Blüthen in Folge einer Aufwärtsbiegung und Drehung der Blüthenstiele ihre Front in von oben und innen nach unten und aussen geneigter Ebene dem anfliegenden Insecte entgegenkehren.

Diese Lageveränderung, welche auch anderen Arten zuzukommen scheint, ist es offenbar, welche zu der verkehrten Auffassung der Blüthenorientirung geführt hat, von der schon oben die Rede war.

Das den Honigschatz bergende Kelchblatt erscheint in

Folge dieser Veränderung der Basis des Zweiges zugekehrt und wird nun von dem, welcher die Drehung des Blüthenstieles nicht beachtet, als das untere, resp. das vordere aufgefasst, während es doch das obere, resp. das hintere in der Blüthe ist. Die Drehung des Blüthenstieles, durch welche diese Lageveränderung zu Stande kommt, beträgt aber nicht, wie man für's erste meinen möchte, 180 Grade, sondern nur 90 Grade. Der Rest der Verschiebung kommt auf Rechnung der Aufwärtsbiegung des Blüthenstieles. Um sich dieses Verhältniss zu vergegenwärtigen, denke man sich eine rechts und eine links am horizontal stehenden Zweige über den alternirend zweizeiligen und durch Drehung des Blattstieles selbst auch in die Horizontalebene gelegten Blättern stehende Blüthe als Theile eines in horizontaler Ebene vorgestreckten Dichasiums, dessen Seitenblüthen nun (ohne Drehung um ihre in der Verlängerung des Blüthenstieles gelegene Längsaxe) in die Höhe gebogen werden, so dass ihr bis dahin vertical gestellt gewesener Blüthenboden jetzt nahezu horizontal steht; es ist leicht ersichtlich, dass eine nun folgende Drehung der Blüthen um 90 Grade, im geeigneten, für die beiden Blüthen entgegengesetzten Sinne um ihre Längsaxe ausgeführt, so dass die bis dahin zugekehrt gewesenen Seiten nach der Basis des Zweiges hin bewegt werden, hinreicht, um die (ursprünglich) oberen Kelchblätter nunmehr als die unteren, d. h. der Basis des Zweiges zugewendeten erscheinen zu lassen.

Die zuerst entwickelten, in den unteren Blattachseln stehenden Blüthen besitzen, wie ich beobachten konnte, einen verkümmerten Fruchtknoten auf einem schon in der Knospe von dem der hermaphroditen Blüthen sich unterscheidenden, kurz bleibenden, nicht wie in diesen zur Raumgewinnung für seine Verlängerung S-förmig sich krümmenden und überhaupt nie sich streckenden Carpophorum.

Die Staubgefässe fand ich in verschiedenen Blüthen

in wechselnder Anzahl, 28, 30, 32 und 36. Hasskarl (Plant. Jav. rar., 1848, p. 179) gibt deren 38 an.

Der Fruchtknoten ist gewöhnlich 4- (selten 3-) gliedrig, mit sitzender, seicht und stumpf 4- (oder 3-) lappiger Narbe, die Lappen mit den Placenten alternirend, über die Rückentheile der Fruchtblätter gestellt, welche ihrerseits über den Kronenblättern stehen. Diese epipetale Stellung der vier Fruchtblätter stimmt gut zu der Angabe von Payer, dass das Androecium bei Capparis sich durch centrifugales Dedoublement von vier alternipetalen Primordien bilde (sieh Eichler, Blüthendiagr. II, p. 209).

Ueber die anatomischen Verhältnisse des Blattes von C. flexuosa (welche bei Vesque l. c. fehlt) bleibt dem hinsichtlich des Auftretens durchsichtiger Strichelchen beim Trocknen in der Abhandlung über Forchhammeria schon Bemerkten Folgendes beizufügen.

Eine Haarbekleidung fehlt den Blättern. Nur die ganz jungen Blattanlagen an den äussersten Zweigspitzen (für deren Untersuchung bei den anderen beiden Arten der Section leider das Material fehlte) sind mit kurzen, einzelligen, an der Spitze erweiterten und zwei- oder mehrlappigen, vielfach gekrümmten Haaren besetzt.

Die Epidermis der oberen und unteren Blattseite besteht aus ziemlich flachen und engen Zellen mit wellig gebogenen und ungleichmässig verdickten (getüpfelten) Seitenwandungen. Bei den älteren, voll ausgewachsenen Blättern sind von den der Blattfläche parallelen Wandungen der Epidermiszellen an der oberen Blattseite die inneren mit kleinen, deutlichen, die äusseren mit grösseren, aber flacheren und desshalb leichter zu übersehenden Tüpfeln versehen; an der unteren Blattseite sind auch die äusseren Wandungen deutlich getüpfelt, abgesehen von den Nebenzellen der nur auf dieser Seite sich findenden Spaltöffnungen. Bei jüngeren, dünnen Blättern findet man hier, wie bei der folgenden Art

(C. callosa), zahlreiche Epidermiszellen, namentlich der oberen Blattseite, noch frei von Tüpfeln. Die Schliesszellen der Spaltöffnungen ragen über die Fläche des Blattes nicht hervor. Die Cuticula ist auf beiden Blattseiten glatt oder nur schwach gestreift. Das Diachym (des lebenden Blattes) ist frei von grösseren Intercellularräumen. Die Zellen desselben nehmen von unten nach oben an Länge zu, an Weite ab, bis (einschliesslich) zu den Pallisadenzellen. Von letzteren besitzen einzelne etwas dickere, schwach getüpfelte Wandungen, und kürzere solche Pallisadenzellen bilden über den grösseren Gefässbündeln und seitlich davon eine Art Hypoderm. Die Gefässbündel sind umscheidet von einer Schichte annähernd cubischer Zellen, in welchen sich, umgeben von Plasma eine kugelige, glänzende, feste Masse befindet, die auch in den kurzen Zellen des Diachyms, umgeben von Chlorophyllkörnern und Amylum, vorkommt und selbst den Pallisadenzellen nicht fehlt. Auf Schnitten des trockenen Blattes erweist sich die Masse brüchig, öfters mit einem dunklen Punkte (wohl einer kleinen Höhlung) nahe der Mitte, ohne Schichtung und das Licht einfach brechend. Sie löst sich in Alkohol und Aether nicht, in Wasser langsam, in verdünnten Säuren (auch Essigsäure) und in Kalilauge rasch, in concentrirter oder mässig verdünnter Schwefelsäure unter Hinterlassung einer körnigen oder selbst strahlig krystallinischen Masse von geringerem Volumen, da und dort mit schwacher Doppelbrechung. Glühen schwärzt die Masse; sie bricht nun das Licht doppelt und erscheint als ein Haufen krystallinischer Körnchen; ihre Lösung in Säuren erfolgt nun unter Entwicklung von Gasblasen, d. i. ohne Zweifel von Kohlensäure. Die wässerige Lösung der kugeligen Massen gibt mit oxalsaurem Ammoniak einen Niederschlag; die von dem Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit gibt bei Versetzung mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron einen krystallinischen Niederschlag

in Formen, wie sie in Niederschlägen von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia vorkommen.

All' das lässt den ziemlich sicheren Schluss zu, dass diese kugeligen Massen aus einem pflanzensauren Doppelsalze von Kalk- und Talkerde bestehen. Aehnliche solche Massen finden sich auch bei den anderen Arten der Section Monostichocalyx, und verschiedentlich modificirt nach Ablagerungsform (in anderer als Kugelgestalt) und Löslichkeitsverhältnissen (also wohl auch nach ihrer chemischen Zusammensetzung) scheinen sie noch bei verschiedenen Cappartdeen vorzukommen.[1])

---

Indem ich nun zu den übrigen Arten der Section Monostichocalyx übergehe, so ist, um an die zuletzt erörterte Structur des Blattes anzuknüpfen und die hierin zunächst ähnliche Art zuerst in Betracht zu ziehen, das Blatt von C. callosa von dem der C. flexuosa in anatomischer Hinsicht nur dadurch verschieden, dass die Seitenwandungen der Epidermiszellen hier noch beträchtlicher verdickt sind, unter entsprechender stärkerer Verengerung des Zellraumes. Beide Arten sind nach den dürftigen, anscheinend auch mehrfacher Vermengung ausgesetzt gewesenen Materialien, welche mir vorgelegen haben (s. am Schlusse), einerseits nur durch die Gestalt des Blattes und durch die Zahl und Richtung der Seitennerven unterschieden, in wel-

---

1) So bei Capparis rupestris Siebth. & Sm. (Exemplar von Berger aus Nauplia) und im Hypoderm der oberen Blattseite von C. subcordata Spanog. (Originalexemplar). Bei letzterer Art schliesst jede dieser Massen einen doppelt brechenden Sphärokrystall von oxalsaurem Kalke ein, und Krystalle von oxalsaurem Kalke finden sich hier auch in der Epidermis. Bei anderen Arten scheint wieder nur oxalsaurer Kalk in grösserer Menge vorzukommen (s. ob. p. 105 Anmerkung, die Angaben über C. pubiflora etc.).

chen Verhältnissen aber Uebergänge nicht fehlen, andererseits besonders durch die bei C. callosa beträchtlich grösseren Stipulardornen, welche bei C. flexuosa, namentlich an den Blüthenzweigen, so klein werden, dass sie, wie bei Forchhammeria apiocarpa, fast verschwinden (sieh die Diagnosen am Ende). In den Blüthen, welche mir für C. callosa nur im Knospenzustande vorlagen, scheinen wesentliche Unterschiede, abgesehen vielleicht von etwas geringerer Grösse, nicht vorhanden zu sein. Wollte man demgemäss der C. callosa die Bedeutung einer selbständigen Art streitig machen, was mir aber doch kaum gerechtfertiget erschiene, so müsste dieselbe mit C. flexuosa vereiniget werden, nicht aber mit C. micracantha, wie das in Hook. Flor. Brit. Ind. I, 1, 1872, p. 179 geschehen und wie das schon früher einmal von Sprengel, unter noch weiterer Hinzufügung auch von C. flexuosa und Bezeichnung beider als Varietäten der C. micracantha („Bl.", in Folge einer Ungenauigkeit „micrantha" genannt, was eine Bezugnahme auf C. micracantha DC. in Spreng. Syst. Veg. II, 1825, p. 574 hintan gehalten zu haben scheint und was zur Sicherung vor einer Vermengung mit C. micrantha A. Rich. Fl. Abyss. hervorgehoben sein mag) in Syst. Veg. IV, 2, cur. post., 1827, p. 204 geschehen ist.

Eine an der Oberseite der Blätter glattere und schwach glänzende, sonst aber mit C. callosa ganz übereinstimmende Pflanze (bei den Exemplaren von Blume aus Java liegend) scheint, da ähnliche Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Blätter auch bei C. micracantha vorkommen, kaum die Aufstellung einer besonderen Varietät oder Form zu rechtfertigen.

Eher schon ist das der Fall hinsichtlich einer nur in isolirten Blättern und Blüthenknospen aus dem Herb. Lugd.-Bat. mir vorliegenden Pflanze von Spanoghe aus Madura, welche ausser durch die verkehrt eiförmige, an der Basis

keilförmige Gestalt der an der Spitze, wie bei den übrigen Arten der Section Monostichocalyx, callös verdickten Blätter, durch einen auffallend starken Glanz der Oberseite der Blätter und durch häufig etwas halbmondförmig gebogene und sehr zahlreiche durchsichtige Strichelchen (aber nur an den ausgewachsenen Blättern) sich noch dadurch auszeichnet, dass die Epidermiszellen der Blattoberseite an ihren äusseren Wandungen mit deutlicheren, verhältnissmässig grossen Tüpfeln versehen sind, welche an den mehr gestreckten Zellen oft in einer Reihe hinter einander liegen und so ein leiterförmiges Aussehen derselben bedingen. Bei flüchtiger Beobachtung können diese Tüpfel den Anschein erregen, als seien sie selbst kleine Zellen. Bei der Unvollständigkeit des Materiales mag es übrigens trotz dieser Eigenthümlichkeiten angemessen sein, von einer bestimmteren Sonderung und Hervorhebung der Pflanze für jetzt abzusehen.

---

In einem gewissen Gegensatze zu den vorausgehend betrachteten Arten und weiter von ihnen abgerückt, als diese unter einander, erscheint die noch übrige Art der Section Monostichocalyx, C. micracantha DC., mit welcher auch, wie schon erwähnt, C. Billardierii DC. zu vereinigen ist.

Um erst über diese Vereinigung das Nöthige anzuführen, so tritt in den betreffenden Diagnosen von De Candolle, Prodr. I, 1824, p. 247, zwischen C. micracantha „aus Java" und C. Billardierii „aus den Molukken an der Meerenge Buton" kaum ein anderer Unterschied hervor, als der in den Worten „ovarium subsessile" für C. Billardierii im Gegensatze zu der für die ganze betreffende Section Eucapparis bei De Candolle geltenden Angabe „Thecaphorum longum" ausgesprochene.

Es tauchte in mir, nachdem ich die männlichen

Blüthen von C. flexuosa und das kurz gestielte, rudimentäre Pistill in diesen kennen gelernt hatte, die Vermuthung auf, es möchte De Candolle zufällig eine derartige Blüthe zur Untersuchung vorgelegen haben und in der Angabe „ovarium subsessile" somit nur ein Hinderniss für die richtige Auffassung der C. Billardierii, für welche Miquel in der Flora Ind. Bat. I, 2, 1859, p. 99 etwas Näheres nicht beigebracht hat, gelegen sein.

Ich suchte mir desshalb Einsicht von der betreffenden Pflanze zu verschaffen.

Da dieselbe ihrem Namen und ihrem Fundorte gemäss von Labillardière gesammelt erschien, so lag die Voraussetzung nahe, dass die Sammlung von Labillardière im Herbarium Webb weitere Exemplare enthalten möchte, oder vielleicht das Original selbst, das De Candolle in dem bekanntlich ebenfalls an Webb übergegangenen Herbarium Desfontaines, wie im Prodromus (l. c.) angeführt ist, kennen gelernt hatte.

Herr Professor Caruel hatte die Güte, mir die betreffenden Theile des Herb. Webb zuzusenden, und ich war sehr erfreut, darunter wirklich auch das von De Candolle benützte Exemplar des Herb. Desfontaines mit der eigenhändig von De Candolle eingetragenen Bestimmung zu finden.

Dieselbe Etiquette trug von anderer (vielleicht Desfontaines') Hand die Angabe „Detroit de Bouton, Bill."

Von den Exemplaren aus dem Herb. Labillardière selbst stimmt ein Theil (mehrere blüthentragende Zweige und ein Zweig mit kaum halbreifer Frucht, alle auf einem Halbbogen befestiget, ohne Vaterlandsangabe und aus älterer Zeit nur mit der Gattungsbezeichnung Capparis, anscheinend von der Hand Labillardière's, versehen) so vollkommen mit dem Exemplare des Herb. Desfontaines überein, dass man annehmen kann, sie seien wohl von demselben

Pflanzenindividuum entnommen, wie letzteres, und diese Uebereinstimmung erstreckt sich auch auf eine Difformität des Pistilles, welche durch Insecten oder einen Pilz[1]) veranlasst zu sein scheint, und durch welche die von mir oben ausgesprochene Vermuthung, es möchte De Candolle's Angabe über den Fruchtknoten von C. Billardierii („ovarium subsessile") nicht dem normalen Verhalten entsprechen, vollständig bestätiget wird, wenn auch das Irrige derselben auf einem anderen als dem von mir vorausgesetzten Umstande beruht.

An den in Rede stehenden Blüthen, meist den obersten in je einer supraaxillären Reihe, zeigt schon der Blüthenstiel eine auffallende Veränderung. Er ist nach oben in abnormer Weise verdickt und verhärtet. Die gleiche Veränderung erstreckt sich auch auf die Basis der Kelchblätter. Die Blumenblätter und Staubgefässe scheinen, abgesehen davon, dass für die letzteren die Streckung, welche sonst nach der Oeffnung der Knospe eintritt, unterblieben ist, wenig von der Veränderung ergriffen zu sein. Sie sind übrigens grösstentheils abgefallen. Am stärksten ist das Pistill verändert. Das Carpophorum ist entweder auf Null reducirt und nur als massigere Basis des Fruchtknotens ausgebildet, oder es ist in nach oben zunehmendem Masse verdickt und zeigt noch diese S-förmige Krümmung, wie in der Knospe, mit eng aneinander gedrückten Windungen, so dass es auf den ersten Blick wie eine Protuberanz des Blüthenbodens sich darstellt, welcher der Fruchtknoten unmittelbar aufzusitzen scheint.

---

1) Volle Klarheit liess sich darüber an dem spärlichen, von Insecten zerfressenen Blüthenmateriale nicht gewinnen. Nur so viel konnte ich an einem unzerfressen gebliebenen Pistille constatiren, dass Insectenlarven in dem Inneren desselben nicht vorhanden waren, dagegen Hyphen und Perithecien eines Eurotium, das aber wohl erst das getrocknete Material befallen haben dürfte.

Eine Streckung, wie in normal entfalteten Blüthen, hat es nicht erfahren. Sein stärker verdicktes oberes Ende geht ohne scharfe Grenze in den scheinbar ungestielten Fruchtknoten über. Der Fruchtknoten selbst ist ungewöhnlich vergrössert, von tonnenartig ellipsoidischer Gestalt, mit derberen Wandungen und mit stumpf kegelförmiger, fast verwischter und nur an einer dunkleren Färbung noch erkennbarer Narbe.

Es sind nur einzelne Blüthen an jedem Zweige, welche diese Difformität zeigen. Andere sind normal, aber weniger weit entwickelt, und das Pistill in ihnen ist nicht durch Abfallen der meisten übrigen Blüthentheile blossgelegt. Das mag veranlasst haben, dass De Candolle, der die Pflanze offenbar nur flüchtig untersuchen konnte, sich für die Beobachtung des Pistilles an eine deformirte Blüthe mit frei daliegendem Pistille hielt.

Auch seine Angabe über die Dreizahl der in eine Reihe gestellten Blüthen ist einer Modification bedürftig. Es sind allerdings da und dort über einer Blattachsel gerade drei Blüthen recht schön zu sehen; aber bei näherer Betrachtung lässt sich gewöhnlich auch noch eine vierte, oder die durch das Abfallen einer solchen, oder selbst einer fünften, unteren Blüthe entstandene Narbenfläche (dicht über den die Reihe nach unten fortsetzenden und abschliessenden 1—2 ruhenden Laubknospen) wahrnehmen, und so kommt dann die Zahl auf die für C. micracantha angegebene („4—6") hinaus.

Alle diese Exemplare stimmen weiter in der Beschaffenheit ihrer Blätter nach Form, Farbe, Nervatur, Textur und hinsichtlich ihrer anatomischen Verhältnisse so vollständig überein mit einem (nur etwas jüngeren) Blatte der aus Java stammenden Originalpflanze von C. micracantha DC., welches mir aus dem Herb. Prodromi gütigst zur Feststellung der anatomischen Eigenthümlichkeiten dieser Art zur Verfügung gestellt wurde, dass über die vollkom-

mene Identität von C. Billardierii DC. mit C. micracantha DC. keinerlei Zweifel verbleibt.

Die Blätter der von Labillardière gesammelten Exemplare von C. micracantha, wie dieselben nun einschliesslich des Originales von C. Billardierii zu nennen sind, zeigen übrigens hinsichtlich der Form und Nervatur gewisse, alsbald näher in's Auge zu fassende Schwankungen, wie sie auch bei anderen Arten der Gattung Capparis — ich werde später für C. jamaicensis Jacq. Aehnliches anzuführen haben und erinnere noch weiter z. B. an den Formenkreis von C. spinosa L., C. cynophallophora L. etc. — nicht selten sind, und vermitteln so den Anschluss von Exemplaren anderer Sammler, z. B. Blume's, und aus anderen Theilen des Verbreitungsgebietes, z. B. aus den Philippinen. Zugleich enthält das Herb. Labillardière noch ein Fruchtexemplar mit der Vaterlandsangabe „Java" (von der Hand Spach's, wenn ich nicht irre, und das Exemplar somit wohl aus der Reihe der Doubletten des Pariser Museums an Labillardière mitgetheilt) mit viel derberen Blättern, als gewöhnlich, und ein ebenso als aus „Java" stammend bezeichnetes Exemplar, welches durch oberseits glänzende Blätter von den übrigen abweicht. Bei all' diesen ist die mikroskopische Structur der Blätter im wesentlichen die gleiche, und ich betrachte sie desshalb alle als in den Formenkreis von Capparis micracantha DC. gehörig.

Was nun die Structur des Blattes von C. micracantha gegenüber den vorausgehend betrachteten Arten (C. flexuosa und callosa) auszeichnet, das ist die Beschaffenheit der Epidermis der oberen und unteren Blattseite.

Die Epidermis der oberen Blattseite besteht hier aus kleinen, polygonalen, 4—6-eckigen Zellen mit dünnen Wandungen, welche meist sämmtlich frei von Tüpfeln sind. Nur

bei dem Fruchtexemplare des Herb. Labillardière sind die inneren und die Seitenwandungen an beiden Blattseiten, die äusseren weiter an der Unterseite wenigstens stellenweise mit Tüpfeln versehen, und bei einem mit fast ebenso derben Blättern ausgestatteten Exemplare Blume's sind wenigstens die inneren Wandungen fein getüpfelt. Die übrigen Unterschiede, welche sich zwischen den Blättern der verschiedenartigen Exemplare finden, reduciren sich darauf, dass an den glatten, glänzenden Blättern die Cuticula der Oberseite nicht gestreift ist; bei den am häufigsten vorkommenden glanzlosen, dünnen Blättern ist sie mässig stark gestreift; bei den derberen Blättern dagegen, wie sie das Exemplar von Blume und das Fruchtexemplar aus Java im Herb. Labillardière besitzen, ist sie stark gestreift, d. h. mit zahlreicheren und tiefer eingegrabenen Linien versehen, zwischen welchen stellenweise die erhabenen Streifen, resp. Rippen, in Knötchenreihen aufgelöst sind. An der Unterseite ist die Epidermis, deren Zellen hier etwas unregelmässiger gestaltet sind, als an der Oberseite, stets stark und wellig gestreift, abgesehen von den Spaltöffnungszellen, welche durch ihren Glanz und eine geringe Erhebung über die Epidermiszellen stark hervortreten.

Dieser Befund stimmt mit den Angaben von Vesque (l. c. p. 87, 88) für C. micracantha („Pflanze aus Java, von Boivin bestimmt“) und C. callosa („Pflanze aus Java, von Blume“) rücksichtlich der Gestalt der Epidermiszellen überein und auch die Angabe, dass „die Epidermiszellen von C. micracantha nach aussen fein punktirt seien, scheint dem eben berichteten Verhalten der Exemplare mit derberen Blättern wenigstens annäherungsweise zu entsprechen. Dem gegenüber fällt es auf, dass die Epidermis von C. micracantha als beiderseits glatt, die von C. callosa dagegen als stark gestreift bezeichnet wird, und dass von einer Tüpfelung für die letztere keine Erwähnung geschieht. Es sieht

fast aus, als ob in diesen Angaben für die beiderlei Pflanzen eine Verwechselung stattgefunden hätte. Dass Vesque „grosse Gewebelücken" im Blattfleische nur für C. callosa anführt, nicht auch für C. micracantha, erscheint nach dem Folgenden erklärlich.

Die Anordnung und der Inhalt der Blattfleischzellen verhält sich ähnlich wie bei gleich dicken Blättern der vorausgehend betrachteten Arten. Die Pallisadenzellen sind wie bei C. flexuosa theilweise mit derberen, schwach getüpfelten Wandungen versehen, und kürzere solche bilden, wie dort, besonders in der Nähe der Gefässbündel mitunter eine Art Hypoderm. Gewebeklüfte und ihnen entsprechende durchsichtige Strichelchen zeigen sich um so deutlicher und um so reichlicher ausgebildet, je derber das Blatt ist; an den dünneren Blättern sind sie oft nur bei sorgfältigem Suchen zu finden.

Die Blätter sind ihrer Form nach im allgemeinen annähernd oblong, im unteren Drittheile etwas verbreitert, von da nach unten verschmälert, an der Basis fast spitz, oder abgerundet, mitunter bei im allgemeinen mehr gleichmässig breit elliptischer Gestalt an der Basis schwach herzförmig mit Häufung spreizender Seitennerven am Blattgrunde (so bei einzelnen Exemplaren von Labillardière und besonders bei Exemplaren aus Manilla). Es kommen aber auch schmal eiförmig-lanzettliche Blätter vor (bei einem Exemplare von Blume mit derberer Blattsubstanz). Die derberen Blätter (des Exemplares von Blume und des Fruchtexemplares im Herb. Labillardière) sind mit oberseits fast ebenso stark wie unterseits hervortretendem Venennetze versehen. Am oberen Ende sind die Blätter, wie bei C. flexuosa und callosa mit einem callösen Spitzchen besetzt. Der Blattstiel ist verhältnissmässig kurz.

Die Stipular-Dornen sind bei all' den verschiedenen Exemplaren von C. micracantha kurz, gerade, spreizend,

und zwar um so mehr das, je älter die Zweige sind. Nur bei Exemplaren aus Manilla sind sie schief aufsteigend, von den Seiten her zusammengedrückt, nach unten verbreitert und beiderseits mit einer kurzen, nach unten breiter werdenden Furche versehen, deren Bildung vielleicht nur auf einem Zusammenfallen des wahrscheinlich noch nicht genug erstarkt gewesenen inneren Gewebes beim Trocknen beruht. Obwohl diese Exemplare auch durch breiter elliptische, an der Basis herzförmige Blätter mit glatterer Cuticula, auch der Blattunterseite, und durch weniger vorragende Spaltöffnungszellen ausgezeichnet sind, so scheinen sie doch kaum als selbständige Art aufgefasst werden zu können.

Die Zweige sind wie bei C. flexuosa und callosa etwas hin und her gebogen.

Die Blüthenknospen sind kürzer gestielt und kleiner als bei C. flexuosa. Die Kelchblätter fand ich hier deutlicher als bei den anderen beiden Arten zur Deckung ihrer Ränder hinneigend. Entfaltete Blüthen lagen nicht vor.

Die Früchte (eines betreffenden Exemplares im Herb. Labillardière) sind, wie in Hook. Flor. Brit. Ind. I, p. 179 angegeben, nahezu kugelig, mit einem Durchmesser von 3—4 cm, auf einem 3—4 cm langen Stiele, welcher zu 2 Dritteln auf das 3—4 mm dicke Carpophorum, zu 1 Drittel auf den kaum weniger dicken, abwärts gebogenen Blüthenstiel trifft.

Die Samen sind kurz nierenförmig, d. h. fast kreisrund und nierenartig eingebuchtet, 0,5 cm lang und breit, am dicksten Theile, welcher die obere Hälfte des Keimlings in sich schliesst, 2,5 mm dick, die Schale krustenartig, braun, mit anhängenden helleren Resten des Fruchtfleisches, die Endopleura am trockenen Samen von der Samenschale vollständig getrennt und enge den Embryo umschliessend. Das Würzelchen des Embryo (wenn man „Würzelchen", wie gewöhnlich, den nach unten conisch zugespitzten, hier von

einer besonderen Falte der Endopleura umschlossenen Theil des Embryo nennen will, der aber nach seiner inneren Beschaffenheit, und da in ihm die Anlage eines Gefässbündelringes und eines davon umschlossenen, grosszelligen Markes deutlich hervortritt, eigentlich nur der unterste Theil des Stengelchens ist, während als Anlage des Würzelchens höchstens die äusserste Spitze ohne Gewebedifferenzirung gelten kann) ist 3 mm lang, das davon durch eine einseitige Einschnürung abgegrenzte Stengelchen (resp. dessen nach oben hin verjüngter Theil) im Verhältniss zu dem anderer Capparis-Arten auffallend verlängert, 2 cm lang, schneckenförmig zusammengerollt und mit der innersten Windung die Cotyledonen umfassend. Die Cotyledonen sind kurz gestielt, breit elliptisch, bespitzt, 3,5 mm lang, 2 mm breit, blattartig, fiedernervig, duplicativ und einander halb umfassend (d. h. je der eine die eine Hälfte des anderen bergend), der Quere nach zusammengeknittert, von den Windungen des Stengelchens umschlossen. Die Zellen des Embryo enthalten Oel und Aleuron, kein Amylum.

---

Ich schliesse diese Betrachtung über die Capparis-Arten der neuen, schon oben p. 103 charakterisirten Section Monostichocalyx, indem ich in Kürze die unterscheidenden Merkmale derselben zusammenfasse und dabei möglichst die von den ersten Autoren gebrauchten Worte, die ich zwischen Anführungszeichen setze, in Anwendung zu bringen suche:

1) Capparis micracantha DC. (Prodr. I, 1824, p. 247 n. 33; Blume Bijdrag. I, 1825, p. 52[1]); Miq. Fl.

---

1) Dass Blume an der angegebenen Stelle die Pflanze von De Candolle meint, obwohl er einen Autor, wie überhaupt für die von ihm aufgeführten Pflanzen, nicht nennt, und dass er nicht etwa nur zufällig für die von ihm in Betracht gezogene Pflanze den gleichen Namen, wie De Candolle, gewählt habe, geht daraus hervor, dass

Ind. Bat. I, 2, 1859, p. 99; Hook. Fl. Brit. Ind. I, 1, 1872, p. 179, excl. syn. C. callosa Bl., reliquis mihi ignotis. — Capparis Billardierii DC. l. c. n. 26; Miq. l. c. p. 99): Folia glabra „ovalia, obtusa, mucrone calloso apiculata“ (DC.), vel „ovali-oblonga“ (DC. l. c. n. 26), saepius oblonga, infra medium latiora, basin versus angustata, basi subacuta, obtusa vel „subcordata“ (Bl.), petiolo brevi insidentia, „venoso-reticulata“ (DC. n. 26), utrinque opaca vel supra „nitida“ (Hook.), membranacea vel sat „coriacea“ (Bl., Hook.), epidermidis cellulis, praesertim paginae superioris, parvis 4—6-angularibus, marginibus rectis, impunctatis nec nisi in foliis crassioribus subtiliter punctatis, cuticula paginae inferioris (rarius superioris quoque) undulato-striata; „stipulae spinosae, parvae, rectae“ (DC.); flores minores, brevius pedicellati, 3—6 uniseriati, pedicellis petiolum subaequantibus vel denique paullulo superantibus.

In insulis malayanis et philippinensibus, nec non in continente vicina: In Java: Collector ignotus! (Hb. Prodr.); Blume! (Hb. Lugd.-Bat.); Labillardière?! (Hb. Labill., resp. Webb); — in Madura: Blume (cf. l. c.); — in Moluccis: Labillardière! (Fretum Bouton; Hb. Labill., resp. Webb „C. Billardierii DC.“); — in Timor (t. Hook. l. c.); — in Philippinis: H. Rothdauscher! (Manilla, ao. 1879, Hb. Monac.; cf. et Hook. l. c.); — in Pegu, Tenasserim, Siam (t. Hook. l. c.).

2) Capparis flexuosa Bl.[1]) (Bijdrag. I, 1825, p. 53;

---

er Theile der Diagnose von De Candolle wörtlich wiederholt, wie noch vollständiger z. B. auf der gleichen Seite für Polanisia viscosa DC. Es zeigt das und dass er auch nahezu am Ende des 1. Bandes von De Candolle's Prodromus aufgestellte Pflanzen aufführt, wie z. B. p. 228 Sapindus Rarak DC., dass ihm schon während seines Aufenthaltes auf Java dieser Band des Prodromus vollständig zur Verfügung gestanden habe.

1) Was den von Blume der Pflanze gegebenen Namen betrifft,

Hasskarl Pl. Jav. rar., 1848, p. 178; Miq. Pl. Jungh., 1851—55, I, p. 397 et Analect. Ind. III, 1852, p. 1, ex

---

so ist darüber mit Rücksicht auf Capparis flexuosa L. und Capparis flexuosa Vellozo Folgendes zu bemerken.

Capparis flexuosa L. Spec. Pl. Ed. II, 1762, p. 722 „e Jamaica" wurde schon von Swartz in den Observ., 1791, p. 211 eingezogen und zu Capparis cynophallophora L. gebracht, wie auch in De Cand. Prodr. I, 1824, p. 249 n. 61.

Es haben also wohl Blume und Vellozo gleicher Weise hievon Kenntniss gehabt, als sie gleichzeitig den Namen „flexuosa" je für eine neue Art wieder verwendeten, Blume in den oben angeführten Bijdragen I, 1825, p. 53, Vellozo in der Flora Fluminensis, 1825, reimpr. 1881, p. 217, ic. V, 1827, tab. 108.

Von diesen letzteren beiden Arten besitzt somit keine mit Bestimmtheit die Priorität vor der anderen, und es bleibt nun eben irgend eine freie Wahl zu treffen, welcher der Name zu belassen sei.

Diese Wahl hat bereits Steudel im Nomenclator Ed. II, Vol. I, 1840, getroffen, indem er für die Pflanze von Blume den Namen C. flexuosa beibehielt und C. flexuosa Vell. in C. Arrabidae umänderte. Letzterer Name hätte für die Pflanze von Vellozo nun auch fortan und so auch in Walpers Repert. I, 1842, p. 200, in der Flor. Bras. XIII, 1, p. 280 (1865) und an der dort citirten Stelle von Lemaire, wiedergegeben in Walpers Ann. IV, 1857, p. 225, statt „C. flexuosa Vell." angewendet werden sollen und wird für die Zukunft wieder in Gebrauch zu nehmen sein, bis nicht etwa nach der in der Flor. Bras. l. c. ausgesprochenen Vermuthung diese Art mit Capparis elegans Mart. in Herb. Fl. Bras. p. 200, resp. in Regensb. bot. Zeit. „Flora" XXII, 1, 1839, Beiblatt No. 2, vereiniget wird, in welchem Falle eben dieser Name, als der um ein Jahr ältere, den von Steudel gegebenen ersetzen wird.

Wie von Steudel ist C. flexuosa Bl. aufrecht erhalten worden von Hasskarl, Pl. Jav. rar., 1848 und von Miquel in der Fl. Ind. Bat. I, 2, 1859, sowie in den dort weiter angeführten Schriften desselben Autors (s. oben), die mir selbst nachzusehen nicht gegönnt war. Walpers dagegen scheint sie in Repert. I, 1842, p. 201, n. 2 mit der nur als Synonym aufgeführten „C. flexuosa Auct.", wie er sie im Index, Vol. IV, p. 295, bezeichnet, zusammengeworfen zu haben, da er sie nicht wie C. callosa Bl. (Rep. I, p. 199) und C. flexuosa Vell. (Rep. I, p. 200) besonders aufgeführt hat. Das mag

seq.; Miq. Fl. Ind. Bat. I, 2, 1859, p. 98. — C. micracantha DC. var. Spreng. Syst. Veg. IV, 2, cur. post. 1827, p. 204): Folia glabra, nec nisi primordialia in extimo ramorum apice pilis minutis 1-cellularibus apice toroso-dilatato irregulariter bi-plurilobis tortuosis obsita, „elliptico-oblonga, utrinque acuta" (Bl.), inde subrhombea, apice callosa, „scariosa" (Bl.), nervis lateralibus numerosis oblique adscendentibus, reticulato-venosa, e chartaceo „coriacea" (Bl.), utrinque nitidula, epidermidis cellulis, praesertim paginae superioris, tabuliformibus, marginibus undulato-sinuatis, parietibus insigniter punctatis, cuticula utrinque laevi vel vix striata, petiolo mediocri; „stipulae spinulosae brevissimae" (Bl.), in ramis florigeris subnullae; flores majores, longius pedicellati, 3—6 uniseriati, „pedicellis petiolo aequalibus" (Bl.) denique eo subduplo longioribus. — In Java: Blume! (Hb. Lugd.-Bat.); Jungh. (t. Miq.) — Culta in Hort. Monac.! (m. Sept. flor.).

3) Capparis callosa Bl. (Bijdrag. I, 1825, p. 53; Walpers Repert. I, 1842, p. 199; Miq. Fl. Ind. Bat. I, 2, 1859, p. 99. — C. micracantha DC. var. Spreng. Syst. Veg. IV, 2, cur. post. 1827, p. 204. — C. micracantha in Hook. Fl. Brit. Ind., 1, 1, 1872, p. 179, part.): Folia glabra „oblonga apice scariosa basi rotundata" (Bl.), vel elliptico-lanceolata vel obovata-cuneata, nervis lateralibus paucis e horizontali arcuato-adscendentibus, subtus valde prominentibus, reticulato-venosa, „coriacea" (Bl.), utrinque opaca vel interdum supra nitidula, immo (cuneata) nitidissima, epidermidis cellulis ut in C. flexuosa, attamen angustioribus, parietibus magis incrassatis, cuticula laevi vel parum striata, petiolo mediocri; „stipulae spinulosae rectae" (Bl.); flores ut in C.

---

wohl mit die Veranlassung gewesen sein, dass der Name C. flexuosa in der Fl. Bras. (l. c.) wieder für die Art von Vellozo in Gebrauch genommen worden ist.

flexuosa, vix minores. — In Java: Blume! (Hb. Lugd.-Bat., Hb. Monac.); — in Madura: Spanoghe! (specimina foliis obovato-cuneatis nitidissimis insignia; Herb. Lugd.-Bat.).

II.

## Ueber die Arten der Sectionen Quadrella und Breyniastrum.

Die in der Abhandlung über Forchhammeria unter dem Namen Capparis jamaicensis Jacq. wiederholt, p. 94 und 99, und namentlich wegen des Auftretens durchsichtiger Strichelchen im Blatte erwähnte Pflanze der Sammlung von Curtiss, n. 204, aus Florida, auf welche ich mich für eben diese Art desshalb lieber als auf andere bezogen habe, weil sie einer neueren, verbreiteten Collection angehört, zeigte sich, wie eben dort schon erwähnt, mit den Angaben von Vesque über die Blattstructur (in dessen schon oben p. 104 hervorgehobenem Versuche einer anatomischen Monographie der Cappareen, Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, 1882, p. 118) rücksichtlich eines als wesentlich betrachteten Punktes, des Auftretens von Krystallen nämlich in den Epidermiszellen, nicht in Uebereinstimmung, so dass hier oder dort eine unrichtige Bestimmung vorzuliegen schien.

Es hat mich der Versuch, über diese Bestimmung vollständig in's Reine zu kommen, und manche auf dem Wege hiezu aufgetauchte Frage, sowohl über diese, als über die damit zunächst verwandten Pflanzen, veranlasst, die Arten der hiebei in Betracht kommenden Sectionen Quadrella und Breyniastrum einer erneuten kritischen Untersuchung unter Anwendung der anatomischen Methode zu unterwerfen. Die Resultate dieser Untersuchung sollen im Folgenden ihre Mittheilung finden.

Bei Berathung der neuesten, trefflichen Uebersicht über die americanischen Capparis-Arten von Eichler in der Flora Brasiliensis XIII, 1, Fascic. 39, 1865, p. 268 etc.,

welche Vesque nicht gekannt zu haben scheint[1]), unter Berücksichtigung der gelegentlich der Bearbeitung dieser Uebersicht von Eichler mit seinen Bestimmungen eigenhändig versehenen Materialien des Münchener Herbariums, ferner der gütigst zur Einsichtnahme mir überantworteten Materialien des Herb. Grisebach und des Berliner Herbares (letztere ebenfalls von Eichler bestimmt), ergab sich der Schluss, dass die Pflanze von Curtiss die richtig bestimmte sei.

Dieser Schluss wird auch durch das, was Triana und Planchon in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 86 obs. über C. jamaicensis Jacq. bemerken, bestätiget.

Die Angaben dieser Autoren, darunter die, dass die Blätter von C. jamaicensis stets ausgerandet, niemals spitz seien, passen vollständig auf die Pflanze von Curtiss.

Eichler hat auf das eben erwähnte Verhältniss kein Gewicht gelegt, und wie mir scheint, mit Recht. Eine von ihm im Herb. Monac. als C. jamaicensis bestimmte Pflanze aus Antigua, von Wullschlaegel unter n. 16 und mit der Bezeichnung „C. torulosa Sw.“ edirt, hat oben und unten spitze und dabei etwas breitere, elliptisch-lanzettliche Blätter, auch etwas blüthenreichere Inflorescenzen, und scheint demgemäss zunächst mit der Pflanze des Herb. Jussieu („Capparis Breynia“) übereinzustimmen, welche Triana und Planchon fragweise ebenfalls auf C. torulosa Sw. beziehen (l. c. p. 83, 86). In allen übrigen, namentlich auch den anatomischen Verhältnissen, von welchen alsbald weiter die

---

1) Ebenso scheint sie auch von Hemsley bei der Zusammenstellung der Capparis-Arten für die Biologia centrali-americana von Godman und Salvin, Botanik I, 1879—81, p. 43 ff. nicht in Betracht gezogen worden zu sein, da die Capparis isthmensis Eichl. dortselbst übergangen ist, und eine ganze Anzahl von Namen, welche Eichler bereits in der Synonymie untergebracht hat, wieder in der Form selbständiger Arten erscheinen.

Rede sein soll, besteht jedoch kein Unterschied zwischen der Pflanze von Wullschlaegel und der von Curtiss[1]) und so mögen sie wohl beide, wie einerseits der ersteren vollständig entsprechende Exemplare von March n. 1528 aus Jamaica und Duchassaing aus Guadeloupe (beide im Hb. Griseb.), und wie andererseits der von Curtiss zunächst ähnliche von Cabanis aus Florida (im Hb. Ber.), von Wright n. 1870 aus Cuba und von Alexander aus Jamaica (beide im Hb. Griseb.) zur selben Art, zu C. jamaicensis Jacq. nämlich (aus der Section Quadrella), gerechnet werden, zu welcher Eichler C. torulosa Sw. überhaupt als Synonym gestellt, und für welche er auch schon Florida ausdrücklich neben den Antillen als Vaterland angeführt hat. Höchstens könnten sie als Formen der C. jamaicensis unterschieden werden, wie das schon durch Grisebach in der Flor. Brit. West Ind. Isl. p. 18 (1859) unter Bezeichnung der einen als „var. α. emarginata" (mit dem Synonyme C. emarginata A. Rich. Flor. Cub., 1845, p. 78, t. 9), der anderen (von Swartz etc.) als var. β. siliquosa" (mit dem Synonyme C. siliquosa L. Sp. Pl. Ed. II, 1762, p. 721 excl. syn. Pluck. ad C. longif. spect.) geschehen ist. Man müsste dann aber, um den Formenkreis der C. jamaicensis vollständig zu umfassen, nach den mir vorliegenden Materialien noch mehr Formen unterscheiden, namentlich noch eine obovata und eine ovata, sowie eine sublanceolata. Die erste liegt mir besonders in Exemplaren von Ehrenberg n. 267 aus St. Thomas (Hb. Ber.) vor, mit an der Spitze verbreiterten, gegen die

---

1) Sie werden überdiess miteinander verknüpft durch ein der Blattgestalt nach in der Mitte zwischen ihnen stehendes Exemplar des Herb. Monac., welches angeblich von Swartz an Schreber mitgetheilt wurde und wohl zu des ersteren C. torulosa gehört. Da es steril ist und eine Originaletiquette von Swartz nicht beiliegt, so mag auf dasselbe weiterer Werth nicht gelegt sein.

Basis zu dagegen keilförmig verschmälerten Blättern; die zweite in Exemplaren von Ehrenberg aus S. Domingo (Hb. Ber.) mit gerade umgekehrten Querdurchmesserverhältnissen des Blattes, welches aus eiförmiger Basis nach oben allmälig verschmälert ist; die dritte in einer Pflanze von Sieber Flor. Trinit. n. 97, um das Jahr 1825 als C. intermedia Kunth edirt, von welcher bei Besprechung dieser Art noch weiter die Rede sein wird, und welche Grisebach seiner var. *β.* siliquosa beigezählt hat.

Alle diese Formen aber haben keinen grossen Werth, denn es finden sich gelegentlich an ein und derselben Pflanze zweierlei Blattformen, oder neben der einen Uebergänge zur anderen, wie z. B. theils spitze, theils ausgerandete Blätter, bei Moritz n. 51—192 aus Portorico und St. Thomas, ferner bei Mayerhoff aus S. Domingo (beide im Hb. Ber.). Das Gleiche gilt auch für die Früchte, deren verschiedene Form und Länge auch schon zur Aufstellung besonderer Arten geführt hat, wie namentlich der C. torulosa Sw. Sehr lehrreich ist in dieser Hinsicht ein Fruchtexemplar aus St. Thomas im Herb. Berol., an Kunth aus dem Pariser Museum mitgetheilt, an welchem Früchte von 10 cm und solche von 26 cm Länge, einschliesslich eines in beiden Fällen 4 cm (sonst auch über 5 cm) langen Carpophorums neben einander stehen, die meisten kaum torulos, eine oder die andere aber sehr ausgeprägt so, eine andere wieder nur am oberen Theile so. In ähnlicher Weise finden sich bei Exemplaren der var. *α.* emarginata aus Florida von Cabanis nicht knotige Früchte mit einem die gewöhnliche Länge von ungefähr 4 cm besitzenden Carpophorum, bei den Exemplaren von Curtiss dagegen, aus dem gleichen Gebiete, stark torulose Früchte mit einem nur wenig über 1 cm langen Carpophorum, an das sich noch ein verschmälerter, samenloser Basaltheil des Pericarpes von 1 cm Länge wie eine Ergänzung des Fruchtträgers anschliesst. Am stärksten sah ich die torulose Be-

schaffenheit bei der zugleich längsten unter den mir vorgekommenen Früchten ausgeprägt, nämlich bei einer 32 cm langen Frucht des schon oben erwähnten Exemplares von March n. 1528 aus Jamaica (im Herb. Grisebach) mit elliptisch-lanzettlichen Blättern. Auch bei anderen Capparis-Arten wechselt Form und Länge der Frucht in ähnlicher Weise wie hier (s. weiter unten die Angaben für C. Breynia Jacq. nach Browne etc.).

Versucht man, auf die in Rede stehenden Pflanzen, z. B. die von Curtiss, den Schlüssel zur anatomischen Bestimmung der Capparis-Arten, welchen Vesque (l c. p. 121 etc.) gegeben hat, in Anwendung zu bringen, so gelangt man dadurch auf C. anceps Shuttleworth (Sect. Quadrella), eine Pflanze, welche, wie die von Curtiss, aus Florida ist, deren Namen man aber bei Eichler und auch sonst in der Literatur vergeblich sucht — vielleicht weil derselbe nicht als rite publicirt gilt.

Die obere Epidermis nämlich ist — um in der Hervorhebung der anatomischen Verhältnisse jenem Schlüssel zu folgen — krystallführend, die untere Blattseite mit Schülferchen besetzt, das Mesophyll von sogenannten Spicularzellen durchsetzt, und diese gehen wenigstens nicht bis zur unteren Epidermisplatte, wie als charakteristisch für C. odoratissima Jacq. angegeben wird, wenn sie auch nicht bloss, wie Vesque für C. anceps anführt, bis zur Mitte des Mesophylles herabreichen. Auch in dem Punkte stimmen die Angaben Vesque's nicht vollständig zu dem Sachverhalte, dass die untere Epidermis nicht glatt, sondern wellig gestreift oder eigentlich mit wellig und wurmförmig gekrümmten Wülsten (Rippen) bedeckt ist, welche die Spaltöffnungszellen als ein erhöhter, gekerbter Wall umziehen und nur über diesen, sowie an den vertieften Stellen rings um die Stiele der Schülferchen fehlen. Doch mag darauf nicht allzuviel Gewicht gelegt werden und mag immerhin

der Annahme Raum zu geben sein, dass C. anceps Shuttlew. dieselbe Pflanze, wie die von Curtiss, und somit C. jamaicensis Jacq. sei, deren Synonymie dann eben durch den von Vesque gebrauchten Namen zu bereichern ist.

Vesque führt aber auch eine Pflanze unter dem Namen C. jamaicensis Jacq. selbst auf, und zwar auch in der Section Quadrella.

Dieser Pflanze schreibt er eine krystallfreie Epidermis zu und betrachtet dieselbe als sehr nahe verwandt, „wenn nicht identisch" mit C. odoratissima Jacq., welche Art er jedoch auffallender Weise, wie das einst von De Candolle geschehen war, einer ganz anderen Section einreiht, der Section Breyniastrum, unter Einbeziehung von C. intermedia Kunth nach dem Vorgange von Triana und Planchon (l. c. p. 85), welche Autoren aber diese beiden vereinigten Arten in die Section Quadrella stellen, wie auch Eichler, letzterer unter Wiederherstellung ihrer Selbständigkeit (Fl. Bras. l. c.). Vesque entfernt also C. odoratissima wieder weiter von der seiner Vermuthung nach damit vielleicht sogar „identischen" C. jamaicensis als das bei den eben genannten Autoren der Fall ist, bei deren letzterem, Eichler, die eben genannten Arten C. odoratissima Jacq., C. intermedia Kunth und C. jamaicensis Jacq. unter Hinzutritt von C. isthmensis Eichl. die Section Quadrella ausmachen.

Doch mag diese Stellungsänderung der C. odoratissima bei Vesque vielleicht weniger als ein Resultat seiner Untersuchungen, denn als ein blosser Verstoss anzusehen sein[1]). Eine Berücksichtigung der morphologischen

1) Aehnlich verhält es sich wohl auch damit, dass Capparis undulata Zeyh. (in Ecklon et Zeyher Enum. I, 1834, p. 14) von Vesque p. 99 noch als besondere Art der Gattung Capparis aufgeführt wird, während sie Zeyher selbst schon in späteren, 1846 edirten Sammlungen (nach Drege Vergleichungen etc. in Linnaea

Charaktere, welche über den anatomischen doch sicherlich niemals vernachlässiget werden dürfen, oder auch schon geeignete Rücksichtnahme auf die Literatur hätte denselben wohl leicht vermeiden lassen.

Was Vesque unter C. jamaicensis Jacq. verstanden habe, wird nur der beurtheilen können, der das von Vesque untersuchte Material selbst, da es für C. jamaicensis nicht weiter, als durch die Angabe der Antillen als Vaterland bezeichnet ist[1]), erneuter Prüfung zu unterziehen Gelegenheit

---

XIX, 1847, p. 604) richtig als Niebuhria undulata Zeyh. bezeichnet hat, welche wieder, wie schon von Sonder in seinen Beiträgen zur Flora von Südafrica, Linnaea XXIII, 1850, p. 8, und darnach in Walpers Ann. II, 1851—52, p. 59 angegeben wurde, identisch ist mit der von Vesque schon p. 61 unter Niebuhria (mit den Synonymen N. acutifolia E. Mey. und Boscia caffra Sond.) aufgeführten Niebuhria pedunculosa Hochst. (in Pl. Krauss., Reg. bot. Zeit. „Flora", Jahrg. XXVII, 1844, p. 289). An der einen Stelle (p. 61) gibt Vesque für die Pflanze Sklerenchymzellen im Blatte an, an der anderen (p. 99) für die Exemplare von Ecklon nicht; es besitzen sie aber auch diese, und ebenso die gleichfalls hieher gehörigen, fälschlich als Capparis racemosa DC. edirten Exemplare der Sammlung von Burchell Nummer 5807 (mit nur etwas abweichender Gestaltung der Krystalle in der Epidermis).

1) Eine genaue Angabe der Materialien, welche zur Untersuchung gedient haben, und nach Möglichkeit die Wahl authentischer Materialien unter besonderer Berücksichtigung solcher, welche in verbreiteten Sammlungen enthalten und mit Nummern oder anderen besonderen Merkzeichen versehen sind, ist behufs Erleichterung der Nachuntersuchung allen denen auf's dringendste zu empfehlen, welche der anatomischen Methode in der Systematik durch ihre Arbeiten Vorschub leisten wollen, da ausserdem das geringste Versehen leicht dazu führen kann, nicht nur die betreffende Arbeit überhaupt als von geringerem Werthe, als sie sein mag, erscheinen zu lassen, sondern auch die Methode selbst in Misscredit zu bringen, ebenso wie vorschnelle Verallgemeinerung, wovon schon an anderem Orte die Rede war (s. d. Festrede über d. anat. Methode etc., p. 30). Demgemäss ist auch bei Untersuchungen an lebendem Materiale für eine Ermöglichung der Nachuntersuchung desselben Materiales oder damit

haben wird. Uebrigens reicht auch schon diese Angabe hin, wenigstens um die vermeintliche Identität der Pflanze mit C. odoratissima auf Grund der bekannten, später noch besonders zu erwähnenden Verbreitungsverhältnisse der betreffenden Arten in Abrede zu stellen. Und mit Rücksicht auf diese Angabe erscheint sogar die Annahme nicht ausgeschlossen, dass trotz der angeblich krystallfreien Epidermis die betreffende Pflanze mit der vorhin besprochenen C. anceps zu C. jamaicensis Jacq. gehören könne, wenn man erwägt, dass Vesque ohne Zweifel die betreffenden Präparate mit Wasser oder wässerigem Glycerin wird behandelt haben, worin sich die vermissten Krystalle gelöst haben können. Dieselben bestehen nämlich bei C. jamaicensis und den übrigen in die Section Quadrella gehörigen Arten, ferner bei C. Breyniastrum und sicherlich auch bei noch anderen Arten, worauf Vesque bei seinen Untersuchungen nicht aufmerksam geworden zu sein scheint, und wie ich schon in der vorausgehenden Abhandlung erwähnt habe (p. 93 Anmerkung), nicht aus oxalsaurem Kalke, sondern ebenso wie die von meinem Assistenten, Herrn Dr. Blenk beobachteten Krystallanhäufungen bei Tylachium und Cladostemon (s. Flora 1884) aus Gyps,[1]) und lösen sich in

---

verglichenen und in den betreffenden Stücken übereinstimmend gefundenen Materiales verbreiteter Sammlungen Sorge zu tragen, damit nicht vielfach Angaben ohne Berichtigung sich erhalten können, welche zwar nicht an und für sich, wohl aber für eine genannte Pflanze unrichtig sind, und welche eben so viele Hindernisse für den Fortschritt der Wissenschaft bilden, gleichwie sie als ebenso viele Argumente gegen die Methode ausgebeutet werden können.

1) Ausser ihrer Gestalt, bei Auftreten namentlich von sogenannten schwalbenschwanzförmigen Zwillingskrystallen, ihrer geringeren Doppelbrechung und ihrer Löslichkeit in (viel) Wasser spricht hiefür der Umstand, dass sie ebenso bei Zuführung von oxalsaurem Ammoniak, als von Chlorbarium (zu trockenen Präparaten) sich mit einem Niederschlage bedecken.

den angegebenen Medien bei verschiedenen Exemplaren bald leichter, bald schwerer, was von Nebenumständen abhängig ist.

Damit verlasse ich für jetzt die auf Capparis jamaicensis Jacq. bezüglichen Materialien und die Vergleichung der bei ihnen gefundenen anatomischen Verhältnisse mit den Angaben von Vesque, indem ich nur noch hinzufüge, dass die von Letzterem der genannten Art und der ihr nahe verwandten C. odoratissima Jacq. zugeschriebenen Haarnarben (von fragweise als „einreihig" bezeichneten, aber nie wirklich gesehenen Haaren) an der oberen Blattseite überhaupt solche nicht sein können, da auch die jüngsten Blätter, deren duplicative Knospenlage ein Verschwinden etwa vor der Entfaltung schon sich ablösender Haare ausschliessen würde, oberseits haarfrei sind. Es sind die vermeintlichen Narben wohl nichts anderes, als die von der Cuticula überzogenen Stellen, in welchen die Spicularzellen mit einem stark verjüngten, zwischen die Epidermiszellen sich einschiebenden Fortsatze mit haarfein sich ausziehendem Lumen enden, und um welche Stellen die benachbarten Epidermiszellen zu fünft bis acht, am häufigsten zu sechst, in eine mehr oder minder regelmässige Rosette geordnet sind.

---

Um nun auf die vorhin erwähnten verschiedenen Anschauungen der Autoren über das Verhältniss von Capparis intermedia Kunth und Capparis odoratissima Jacq. überzugehen, welche beide Arten von Triana und Planchon vereiniget, von Eichler wieder getrennt werden (ll. cc.), so ist zunächst noch die nur ein paar Jahre ältere Auffassung von Grisebach anzuschliessen, welcher (Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 18, ao. 1859) C. intermedia Kunth („ex specim. Cuman.") und eine auch von Eichler noch (in Flor. Bras. XIII, 1, Fasc. 39, 1865, p. 270) darauf bezogene

Pflanze, die schon oben, p. 135, erwähnte C. intermedia der Sieber'schen Sammlung aus Trinidad, n. 97, welche Kunth selbst auch in seinem Herbare, wie ich sehe, als C. intermedia K. bezeichnet hat (unter Beifügung der Bemerkung „Sieber misit 1825"), zu Capparis jamaicensis var. $\beta$. siliquosa rechnet. Ferner ist zu erwähnen, dass Eichler (l. c.) als dritte noch eine Pflanze von Perrottet zu C. intermedia gebracht hat.

Diese drei Pflanzen sollen im Folgenden, um über C. intermedia K. definitive Klarheit zu gewinnen, gesondert näherer Betrachtung unterworfen werden.

Um aber im Vorhinein den Leser mit dem Resultate dieser Betrachtung bekannt zu machen, so ist dasselbe folgendes:

1) Rücksichtlich der Pflanze von Kunth, resp. von Humboldt und Bonpland muss ich Triana und Planchon beipflichten und sie für identisch mit C. odoratissima Jacq. erklären. Es fällt also die ursprüngliche C. intermedia Kunth als selbständige Art überhaupt weg.

2) Hinsichtlich der Pflanze von Sieber, Flor. Trinit. n. 97, stimme ich, wie ich schon oben, p. 135, zu erkennen gegeben habe, der Auffassung von Grisebach bei und rechne sie zu C. jamaicensis Jacq.

3) Was endlich die Pflanze von Perrottet betrifft, so möchte ich vermuthen, dass sie, wenn nicht zu C. jamaicensis, zu C. Breynia Jacq. gehöre.

Das Original der C. intermedia Kunth ist im Pariser Museum zu suchen, und Triana und Planchon mögen dasselbe, obwohl sie das nicht ausdrücklich hervorheben, direct zu Rathe gezogen haben.

Eichler hat dasselbe wohl nicht gesehen.

Ich selbst auch nicht.

Wohl aber habe ich in dem Herb. Willdenow sowohl, als in dem Herb. Kunth (resp. Berolin.), Fragmente

gefunden, welche, ohne dass das bisher erkannt worden wäre, allem Anscheine nach Schwesterexemplare von jenem Originale sind, und welche Eichler selbst auch als C. odoratissima erkannt und publicirt hat, indem er die unrichtige Bestimmung derselben im Herb. Willdenow n. 10047 als C. ferruginea berichtigte — in der Flora Bras. XIII, 1, p. 271 nämlich, unter C. odoratissima.

Dieselbe unrichtige Bestimmung des Herb. Willdenow ist von Kunth fragweise auch in sein Herbar übertragen worden, und diess und der Umstand, dass Kunth die mehrerwähnte Pflanze von Sieber, n. 97, in seinem Herbare eigenhändig als C. intermedia K. bezeichnet hat, ist offenbar daran Schuld, dass der Werth jener Fragmente bisher nicht erkannt worden ist.

Derselbe ergibt sich aus den eigenhändig von Bonpland geschriebenen Etiquetten, welche bei den Exemplaren des Herb. Willd. sich befinden, wenn auch nicht ganz an rechter Stelle.

Die eine dieser Etiquetten mit den Angaben: „n. 38; Olivo; Capparis; arbor 10-pedalis; numquam floret; Cumana, Thermidor au 7“ (i. e. Septembre), gehört deutlich zu einem sterilen Exemplare der C. odoratissima, das für die weitere Betrachtung nicht von Belang ist und das um so lieber hier aus dem Spiele gelassen werden mag, als unter derselben Nummer „38“ auch Exemplare der C. Barcellonensis Kunth, d. i. der C. Breynia Jacq., in der Sammlung von Humboldt und Bonpland enthalten sind, worauf ich zurückkommen werde.

Die andere und allein hier im Zusammenhalte mit den Mittheilungen von Kunth über C. intermedia wichtige Etiquette enthält die Angaben: „n. 39; Olivo; Capparis; arbor 10-pedalis; flores fructusque fovens; Cumana; Thermidor au 7“ (Septembre), und gehört demgemäss zu einem mit Früchten versehenen Fragmente von C. odora-

tissima, dessen Duplum im Herb. Kunth (resp. Berol.) auch abgefallene Blüthen der gleichen Art beiliegen mit der ausdrücklichen Angabe, dass sie aus dem Herb. Bonpland stammen[1]). Zu diesem Fragmente stimmen die Angaben von Kunth über C. intermedia auf's trefflichste, namentlich aber die als von De Candolle herrührend bezeichnete und von Kunth selbst bestätigte folgende Bemerkung über das Carpophorum: „Differt" (planta sc.) „a Capparide Breynia et C. torulosa ob fructus breviores, nec non ob pedicellos abbreviatos tomentosos. Hi enim in specie supetente melius pro basi attenuata fructus quam pro organo proprio sumendi sunt. (De Cand.) Qua de re ego quidem nullus dubito."

Es scheint mir aus dem Zusammenflusse dieser Umstände mit ausreichender Sicherheit gefolgert werden zu können, dass, wie oben angeführt, das in Rede stehende, auch von Eichler als C. odoratissima bestimmte Fruchtexemplar des Herb. Willd. n. 10047 ein Schwesterexemplar des Originales der C. intermedia Kunth, und dass diese selbst also nichts anderes als Capparis odoratissima Jacq. sei.

Ich habe aber, um diese Sicherheit womöglich noch zu erhöhen und vielleicht zur unmittelbaren Gewissheit erheben zu können, Erkundigungen darüber eingezogen, ob das Original der C. intermedia Kunth in Paris noch vorhanden, und ob demselben nicht etwa eine Angabe beigefügt sei, welche die Gleichwerthigkeit der in Rede stehenden Pflanze des Herb. Willd. und jenes Originales noch weiter darzuthun im Stande wäre, und ich freue mich, auf die durch Herren J. Poisson mir gewordenen gütigen Aufschlüsse hin hier mittheilen zu können, dass jenes Original in der That noch vorhanden und ebenfalls mit der Collectionsnummer 39 bezeichnet ist.

---

1) Ich werde auf diese Blüthen am Ende der später folgenden Besprechung von Sieber n. 97 zurückkommen.

Aber noch mehr: Es ist mir auch ein Blatt jenes Originales zur autoptischen Untersuchung zugegangen. Dasselbe erwies sich nach äusseren und inneren Beziehungen als vollständig übereinstimmend mit einem am fruchttragenden Zweige noch festsitzenden Blatte des Exemplares im Herb. Willd. und gleich diesem mit den (am Schlusse hervorzuhebenden) charakteristischen Eigenschaften der Blätter von C. odoratissima so deutlich ausgerüstet, dass über die Identität der C. intermedia Kunth mit C. odoratissima Jacq. nicht der leiseste Zweifel mehr Raum finden kann. Die oben erwähnte Vereinigung der C. intermedia K. mit C. jamaicensis Jacq. durch Grisebach ist darnach einfach als irrig zu bezeichnen und bedarf keiner weiteren Beleuchtung mehr.

Dass Kunth in seinem Herbare bei der entsprechenden Pflanze von Humb. und Bonpl. die unrichtige Bezeichnung des Herb. Willdenow (C. ferruginea) statt des von ihm selbst aufgestellten Namens (C. intermedia), und den letzteren Namen bei einer nicht hieher gehörigen Pflanze von Sieber (Flor. Trinit. n. 97) eingetragen hat, wird abgesehen davon, dass hier mehrere Jahre inzwischen zu liegen scheinen, denjenigen nicht allzusehr befremden, der sieht, wie unsicher Kunth überhaupt in der Bestimmung der Capparis-Arten war, so dass er dieselbe Art, im gleichen Zustande, aber von verschiedenen Fundorten, für verschiedene Arten hielt (C. amygdalina und C. Barcellonensis, welche beide = C. Breynia Jacq.), und ebenso dieselbe Art vom gleichen Standorte, aber in verschiedenen Zuständen (seine C. Breynia, d. i. C. odoratissima Jacq. mit Blüthen, und seine C. intermedia, d. i. C. odoratissima J. mit Früchten), wobei ich auf weitere unrichtige Bestimmungen in seinem Herbare, welche namentlich C. Breynia und C. jamaicensis betreffen, nicht eingehen will, um keine Veranlassung zu weiterer Vermehrung der Synonymie dieser Arten zu geben. Nur das sei noch

angeführt, dass er auch bei der zu C. Breynia Jacq. gehörigen Pflanze von Sieber, Flor. Martin. n. 139, den für sie in dem betreffenden Verzeichnisse edirten Namen „C. ferruginea" kritiklos eingetragen hat, nebst der Bemerkung „Sieber misit 1825", wie bei n. 97 Flor. Trinit. (s. ob. p. 141).

Dem besprochenen Originale von C. intermedia K. liegt im Pariser Museum auch die oben angeführte, eigenhändig von De Candolle auf besonderer Etiquette niedergeschriebene Bemerkung über das Carpophorum bei, welcher auch der von ihm für die Pflanze vorgeschlagene, von Kunth zwar erwähnte, aber zurückgewiesene Name „C. olivaeformis" angefügt ist. Da diese Bemerkung mit den Angaben anderer Autoren über C. odoratissima nicht in vollem Einklange steht und weiterer Erläuterung bedarf, so mag sie zunächst in den Worten De Candolle's hier wiederholt sein.

Sie lautet: „Il me parait différent soit du C. Breynia soit du torulosa, à cause de ses siliques plus courtes dont le pédicelle est très court, cotonneux comme la silique même et semble en être le rétrecissement plutôt qu'un organe propre. On pourrait rapeller son nom vulgaire en l'appelant C. olivaeformis.

So gut nun der auf das Carpophorum bezügliche Theil dieser Bemerkung zu der Pflanze des Herb. Willd., wie oben hervorgehoben, passt, so enthält er doch nicht vollständig Richtiges, wenn damit gesagt sein soll, dass ein Carpophorum hier überhaupt nicht vorhanden, und die Frucht mit verschmälerter Basis, die einem Fruchtstiele nur ähnlich sehe, sitzend sei. Das stimmt auch nicht zu den gleich des näheren anzuführenden Angaben von Jacquin, von Kunth, von Triana und Planchon. Die genaue Untersuchung ergibt, dass bei C. odoratissima in der That ein Carpophorum vorhanden ist, wie schon bei ihrer Aufstellung Jacquin — im Worte (Hort. Schoenbrunn. I, 1797, p. 58) genauer als in der Abbildung (l. c. tab. 110) —

durch den Ausdruck „germen pedicellatum“ hervorgehoben hat, nur ist dasselbe sehr kurz und verhältnissmässig dick, wie Kunth für die blühende Pflanze (seine C. Breynia) in Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 98 deutlich ausgedrückt hat: „Ovarium . . . brevissime stipitatum, stipite crassitie ovarii“ — nur mit den letzteren Worten etwas zu viel sagend. Auch Triana und Planchon geben (l. c. p. 86) ein „thécaphore très court“, „thécaphore presque nul“ an. In Blüthen, welche die Blumenblätter vollständig, die Staubgefässe aber erst theilweise verloren haben, ist dieses Carpophorum 1 mm lang (während der Fruchtknoten von der Basis seiner Höhlung bis zur Narbe, und diese mit eingeschlossen, 4 mm Länge besitzt), schwach gekrümmt, auf der Mitte einer kurzen, auch nur knapp 1 mm messenden Discussäule stehend, welche sich oben knopfig erweitert (wie das auch bei C. Breynia Jacq. der Fall und in der Abbildung der Flor. Bras. XIII, 1, tab. 64, fig. 3 angedeutet ist, während eine solche Säule bei C. jamaicensis und C. isthmensis überhaupt fehlt, und der Discus nur zu einem flachen Conus sich erhebt) und an dem umgekrempten Rande dieser Erweiterung die (wie bei C. avicennifolia nach der Abbildung der Flor. Bras. t. 65, f. 2) mit keulenförmig verdickten, behaarten Basalstücken versehenen Staubgefässe [1]) in etwa doppelter Reihe trägt.

Dieses kurze Carpophorum ist, wie der Fruchtknoten selbst, dicht mit Schülferchen besetzt und erscheint, wenn bei der Fruchtreife die zu unterst stehenden Samenknospen sich nicht zu Samen entwickeln, was fast die Regel zu sein scheint, von dem dadurch entstehenden, verschmälerten und selbst stielartig aussehenden, mit ihm zusammen 6—7 mm langen Theile der Frucht äusserlich so gut wie gar nicht

---

1) Bei C. jamaicensis, isthmensis und Breynia sind die Staubgefässe an der Basis ebenfalls behaart, aber nicht keulenförmig gestaltet, sondern ziemlich gleich dick oder bei den ersteren am untersten Ende etwas verdickt, schwach zwiebelig.

abgegrenzt. In diesem Falle kann man sich wohl mit De Candolle dahin ausdrücken, dass der Fruchtstiel, indem man nun alles, was äusserlich als ein und dasselbe stielartige Gebilde sich darstellt, zusammenfasst, eigentlich mehr als verschmälerte Fruchtbasis, denn als ein besonderes Organ anzusehen sei: aber ein besonderes Organ, das Carpophorum nämlich, ist nichts desto weniger darin doch eingeschlossen. Man kann annehmen, dass De Candolle selbst auch die Sache so angesehen habe, wenn man die im Prodr. I, p. 252 gebrauchten Worte berücksichtiget, in welche er seine oben citirte Bemerkung hier gleichsam zusammengezogen hat, „siliquis teretibus, thecaphoro brevi crasso", welche Worte ganz zu den Angaben der vorhin genannten Autoren über C. odoratissima passen und ganz dem eigentlichen Sachverhalte entsprechen.

Deutlicher tritt dieses Carpophorum hervor, wenn auch der untere Theil der Frucht Samen enthält. Es ist dann nahezu 2 mm lang und durch seine cylindrische Gestalt von dem nach oben sich rasch erweiternden Pericarpe äusserlich einigermassen abgegrenzt. Solche Früchte scheinen Triana und Planchon vorgelegen zu haben, und eine solche Frucht ist es, auf welche ich bei Besprechung der von diesen Autoren mit Recht hieher gezogenen C. torulosa (non Sw.) Griseb. „forma siliqua brevissime stipitata" zurückzukommen Gelegenheit haben werde.

Man kann nun diesem kurzen Carpophorum den Werth eines selbständigen Gebildes allerdings auch streitig machen, wenn man es mit jenem Theile des Pistilles z. B. von C. jamaicensis vergleicht, welcher, noch mit Schülferchen bedeckt, unter allmäliger Verjüngung sich von der Basis der Fruchtknotenhöhle 1—1,5 mm lang herabzieht bis zu dem kahlen und von da ab fadenförmigen Theile des Fruchtstieles, und wenn man nur den letzteren Theil als eigentliches Carpophorum betrachtet wissen will. Aber diese An-

schauung wäre doch eine etwas gekünstelte. Nicht die Schülferchen bezeichnen, wie das C. Breynia mit ganz von solchen bedecktem, langem Fruchtstiele zeigt, die Grenze zwischen dem Fruchtknoten und seinem Stiele, sondern doch wohl die Endigung der Fruchtknotenhöhle.

Man wird also, um das Gesagte kurz zusammenzufassen, die verschiedenen und mehrdeutigen Angaben über das Fruchtorgan von C. odoratissima am besten dadurch vereinigen und das anscheinend Widersprechende derselben dadurch beseitigen, dass man den Fruchtknoten als fast sitzend, das Carpophorum als fast fehlend bezeichnet und den nahezu völligen Mangel einer äusseren Abgrenzung des letzteren gegen ein in seinem unteren Theile samenloses und selbst einem Fruchtstiele ähnliches Pericarp hervorhebt.

Was die Bemerkung Kunth's über den von De Candolle für die Pflanze vorgeschlagenen Namen „C. olivaeformis" betrifft, nämlich: „Nomen C. olivaeformis a Decandollio propositum haud admisi, cum quia indigeni Olivo nuncupant complures Capparidis species, tum quia fructus nullo modo olivaeformes sunt", so mag dieselbe nur berührt sein, um anzufügen, dass De Candolle nach seinen oben angeführten Worten den Namen nicht in Hinsicht auf die Frucht, sondern in Hinsicht auf den Vulgärnamen gegeben hat, der entsprechend der eigentlichen Bedeutung von „Olivo", d. i. Oelbaum (wogegen die Frucht mit dem Worte „Oliva" bezeichnet wird, während im Lateinischen oliva, wie olea, so gut den Baum als die Frucht bezeichnet), zweifellos auf den Habitus sich bezieht.

Mit mehr Recht hebt Kunth vielleicht hervor, dass der genannte Vulgärname mehreren Arten zukomme.

Uebrigens ist es anscheinend doch nur eine Art, der er noch, und zwar mit einem weiteren Beisatze ertheilt wird, nämlich C. Breynia Jacq., von welcher verschiedene Exemplare aus der Sammlung von Humboldt und Bonpland

bei Kunth einerseits als C. amygdalina Lam., andererseits, und zwar mit der Nummer 38 bezeichnete, wie schon (p. 142) erwähnt, als C. Barcellonensis Kunth beschrieben sind. Ein solches Exemplar, mit diesem Namen und dieser Nummer von Kunth selbst bezeichnet, findet sich, mit Kunth's Herbar dorthin übergegangen, im Herb. Berolinense; ein weiteres mit der Nummer „38", der Standortsangabe „Cumana" und dem Vulgärnamen „Olivo crioyo", alles von Bonpland's Hand, ist im Herb. Willd. n. 10062 an richtiger Stelle, bei C. Breynia Jacq., untergebracht; ein drittes ferner, ebenfalls von Bonpland's Hand mit Nummer 38, sowie mit dem erwähnten Standorte und Vulgärnamen versehen, liegt im Herb. generale des Pariser Museums, von Tulasne richtig als C. Barcellonensis (= C. Breynia Jacq.) bestimmt, wie mich briefliche Mittheilung darüber und die Untersuchung eines Blattes der Pflanze anzugeben in den Stand setzen. Bei dieser Pflanze ist also der Name „Olivo" noch von einem unterscheidenden Beisatze begleitet, der, wenn ich ihn anders recht gelesen habe, vielleicht mit crioja, Fleisch, in Verbindung zu bringen ist.[1])

---

1) Ich füge noch bei, dass das Herb. Kunth, resp. Berolinense, auch das vorhin erwähnte, von Kunth als C. amygdalina Lam. beschriebene und eigenhändig so bezeichnete, sowie durch Citirung der Seite auf die Beschreibung bezogene Exemplar der C. Breynia Jacq. aus Humboldt und Bonpland's Sammlung in sich schliesst. Demselben ist weder eine Nummer noch ein Vulgärname oder Standort beigefügt. Wohl aber liegt ihm eine Etiquette von De Candolle's Hand bei mit folgenden Angaben: „Capparis amygdalina Lam. excl. syn. Jacq.; Capparis Breynia Jacq.; varietas vix distinguenda foliis angustioribus et acutioribus". Es sind das fast wörtlich dieselben Angaben, welche Kunth unter Hinweisung auf De Candolle seiner Beschreibung beigefügt hat. Zugleich ist zu ersehen, dass diess dasselbe Exemplar ist, welches De Candolle wegen der dichter als gewöhnlich stehenden, subcorymbösen Blüthen im Prodr. I,

Um jede Verwirrung, welche bezüglich C. intermedia K., resp. C. odoratissima, durch den Inhalt des Herb.

---

1824, p. 250 unter C. amygdalina Lam. als „var. β. umbellata (H. B. et K.!)" aufführt mit dem Beisatze „differt foliis paulo angustioribus".

Es ergibt sich weiter aus dem hier (und im Obigen) über die Humboldt-Bonpland'schen Originalien Mitgetheilten, dass Kunth in der Lage gewesen zu sein scheint, nach freiem Ermessen über dieselben zu verfügen, d. h. sie entweder dem Pariser Museum zu überlassen oder in sein eigenes Herbar zu übertragen. So ist das eben erwähnte Original von C. amygdalina, d. i. C. Breynia Jacq., sammt der Etiquette von De Candolle's Hand in das Herbar Kunth's und mit diesem später in das Berliner Herbar übergegangen; das Original von C. intermedia, d. i. C. odoratissima Jacq., dagegen ist sammt der dazu gehörigen Etiquette von De Candolle in Paris geblieben, in dem sogenannten Typen-Herbar von Humboldt, Bonpland und Kunth; ebenso der Angabe von Triana und Planchon gemäss (l. c. p. 84, 86) das Blüthenexemplar der gleichen Art, welches Kunth auf die Bestimmung von De Candolle hin als „C. Breynia Sw." aufgeführt hat; von C. Barcellonensis endlich, d. i. wieder C. Breynia Jacq., findet sich ein Exemplar im Hb. Kunth, während zugleich ein zweites nach der Angabe von Triana und Planchon (l. c. p. 81) in dem Typenherbar zu Paris vorhanden zu sein scheint.

Zugleich sieht man, dass es gut gewesen wäre, wenn Kunth in seiner Bearbeitung auch die Nummern der betreffenden Pflanzen mitgetheilt und sie nicht bloss auf den seine Bestimmung tragenden Etiquetten vermerkt hätte, unter dem Beisatze „mss.", durch den ohne Zweifel auf die in der Vorrede zum ersten Bande der Nov. Gen. & Sp., Ed. in Fol., 1815, p. V erwähnten „Volumina Bonplandii per iter conscripta" und die „Commentarii a Bonplandio in Novo Orbe perarati" oder, wie es auf dem Titel heisst, die „Schedae autographae Amati Bonplandi" Beziehung genommen ist. Es würde sich mit Hilfe dieser Nummern leichter das Verhältniss der von Kunth benützten Materialien zu den (nach der schon citirten Vorrede, p. V) an Willdenow geschenkten und in dessen Herbar befindlichen oder mit dem Herb. Bonpland später in das Herb. generale zu Paris gelangten Pflanzen aus der Sammlung von Humboldt und Bonpland erkennen und unter Benützung der an diesen beiden Stellen (Herb.

Willd. noch herbeigeführt werden könnte, auszuschliessen, bleibt noch eines hinzuzufügen, nämlich dass dortselbst unter n. 10047 „C. ferruginea" ausser dem sterilen und dem fructificirten Exemplare der C. odoratissima Jacq. (C. intermedia K.) und den dazu gehörigen Etiquetten von Bonpland's Hand (s. oben) noch eine dritte Pflanze sich findet, auf welche allein eine dritte Etiquette „Isert, St. Cruz" bezogen werden kann, weil C. odoratissima auf den Antillen, mit Ausnahme von Trinidad,[1]) überhaupt gar nicht vorkommt, sondern, ausser auf Trinidad, nur auf dem Festlande von Süd- und Mittelamerica verbreitet ist. Es ist das ein Exemplar der C. jamaicensis Jacq. und als solches sehr leicht zu erkennen an der Gestalt der Blüthenknospe, welche hier eiförmig und in Folge des Vorspringens der Kelchblattränder scharf vierkantig ist, während sie bei C. odoratissima fast Kugelgestalt besitzt und in eigenthümlicher Weise von der-

---

Willd. und Herb. Bonpl.) gewöhnlich allein sich findenden Originaletiquetten von Bonpland's Hand verwerthen lassen, wie für die hier berührten Pflanzen im Vorausgehenden geschehen ist. Es würde selbst von Nutzen sein, diese Nummern mit den dazu gehörigen Bestimmungen von Kunth noch nachträglich nach dem Inhalte des Pariser und des Berliner Herbares zusammenzustellen und mitzutheilen.

1) Als Grundlage zu dieser Angabe dient mir ein Exemplar von Crüger im Herb. Grisebach, mit der Nummer 303 und dem Vulgärnamen „Olive" bezeichnet, bei Chacachacau (wenn ich recht lese) auf Trinidad am 20. October 1861 mit Blüthen gesammelt, welches von Grisebach in dem Nachtrage zur Flor. Brit. W. Ind. Isl., p. 710, wohl nur desshalb nicht erwähnt ist, weil er es gemäss der eigenhändig beigesetzten Bestimmung als zu der für Trinidad schon in der Pflanze von Sieber n. 97 erwähnten C. jamaicensis Jacq. gehörig irrthümlicher Weise betrachtet hatte.

Nur in der aus dieser Angabe hervorgehenden Einschränkung erscheint es mir als gerechtfertiget, wenn Hemsley in der Biologia centrali-americana für den Verbreitungsbezirk von C. odoratissima auch „Westindien" anführt.

beren Schildhaaren wie von einem Panzer bedeckt erscheint. Unter dieser Art, C. jamaicensis Jacq., wird also in Zukunft ebenso, wie unter C. odoratissima Jacq., das Synonym „C. ferruginea Willd. (non Spec. Pl.) Herb. n. 10047 partim" eine Stelle zu finden haben, und zwar bei noch genauerer Bezeichnung unter C. odoratissima „Plagula 1", unter C. jamaicensis „Plagula 2".

Dass es diese unter n. 10047 des Herb. Willd. vereinigten Pflanzen sind, auf welche sich das „vidi siccam" von Willd. Spec. Pl. II, 1799, p. 1135 unter C. ferruginea bezieht, geht aus der Bemerkung Willdenow's über das Indument der Blätter unter C. odoratissima Jacq. hervor (p. 1136): „Tomentum foliorum in Capparide hac ut in C. ferruginea et aliis non est tomentum, sed e squamis parvis adpressis ut in Hippophaë . . . est compositum; hinc folia harum plantarum potius squamata nuncupanda." Nur diese Worte, nicht aber die unverändert von Linné, Swartz, Jacquin und Browne entlehnten Angaben über C. ferruginea einschliesslich der über das Vaterland („Jamaica") beziehen sich also auf die gedachten Materialien des Herb. Willdenow n. 10047. Dass Willdenow in diesen die betreffenden Arten (C. odoratissima und C. jamaicensis) nicht erkannte, braucht bei der Unklarheit, die allgemein darüber herrschte, nicht Wunder zu nehmen. Es war ihm zwar wenigstens von C. odoratissima Jacq. ein richtig bestimmtes Exemplar zur Hand, nämlich Hb. Willd. n. 10048, ohne Standortsangabe (vielleicht aus einem Garten); aber dasselbe ist steril, wie Willdenow selbst auch angegeben hat „vidi siccam sine flore" (l. c. p. 1136, unter C. odoratissima). Bei C. jamaicensis fehlt eine Angabe über deren Autopsie, da er sie ja in dem vorerwähnten Exemplare von Isert nicht erkannt hatte.

Wie dieses im Herb. Willd., so liegt auch im Herb. Kunth den Exemplaren der C. odoratissima aus der

Sammlung von Humboldt und Bonpland, n. 38 u. 39, ein Fragment von C. jamaicensis mit Blüthenknospen bei, ob von Bonpland gesammelt oder nicht, wird kaum mehr zu ermitteln sein. Ein Fruchtexemplar der gleichen Art ist aus dem Herb. Bonpland vorhanden, in das von Kunth übergegangen; aber schon Kunth hat in der von ihm beigesetzten Frage „an itineris" seinen Zweifel darüber ausgedrückt, ob es von Bonpland selbst gesammelt sei, und hat es unberücksichtigt gelassen. Eine Standortsangabe fehlt. Bonpland hat es auf Browne Jam. tab. 27, fig. 1 bezogen, was nach dem später über diese Stelle zu Bemerkenden, als vollkommen zutreffend erscheint.

Ich komme nach all' dem zur zweiten der als C. intermedia K. in Geltung gewesenen Pflanzen, zur Pflanze von Sieber, Flora Trinitatis n. 97, welche unter dem Namen C. intermedia K. bald nach der Aufstellung dieser Art (s. ob. p. 141) von Sieber edirt worden zu sein scheint und welche mir ausser in dem schon erwähnten, von Kunth selbst als C. intermedia bezeichneten Exemplare des Herb. Berolinense auch in einem von Eichler ebenso bezeichneten Exemplare des Herb. Monacense vorliegt. Diese Exemplare sind allerdings, wie schon oben bei Betrachtung der verschiedenen Formen von C. jamaicensis Jacq., zu der sie unzweifelhaft gehören, erwähnt wurde, durch längere, dem Lanzettlichen sich nähernde und weniger dicke Blätter mit deutlicheren, etwas vorspringenden Seitennerven, worauf Eichler Gewicht legte, vor den meisten Exemplaren der C. jamaicensis ausgezeichnet; aber die Textur der Blätter scheint bei C. jamaicensis überhaupt, wie die Gestalt, mancherlei wenig wichtigen Schwankungen unterworfen zu sein, und an einem von Eichler selbst als C. jamaicensis bestimmten Exemplare des Herb. Berolinense von Ehrenberg (S. Domingo, forma foliis ovatis) z. B. treten die Seitennerven in eben der Weise, wie bei der Pflanze von Sieber

her[illegible] anatomischen Verhältnisse des Blattes sind [illegible] Pflanze von Curtiss oder anderen [illegible]. Das Carpophorum endlich [illegible] Pflanze von Sieber in den Blüthenknospen [illegible] Blüthen in eben dem Masse aus- [illegible] ensis überhaupt, und frei von [illegible] Schülferchen besetztes, gestrecktes [illegible] leicht von einem unechten Frucht- [illegible] erten, samenlosen Basis des Peri- [illegible] en ist, besitzt überhaupt keine [illegible], wohl aber C. Breynia Jacq. [illegible], wie schon Kunth sehr [illegible] C. amygdalina und C. Bar- [illegible] Gen. et Sp. V. p. 97 hervorge- hoben [illegible]

[illegible] Flor. Bras. (l. c.) die Zusammen- [illegible] K. mit C. odoratissima [illegible] und Planchon durch den Hin- [illegible] Beschaffenheit der Staubgefässe und [illegible] gestellt hat, so muss er dabei die [illegible] Auge gehabt haben. Für diese trifft [illegible] aber für die eigent- [illegible] Frucht- [illegible] Kunth die [illegible] [illegible] Kunth [illegible]

media K. erblickt zu haben und dadurch zur Aufnahme auch dieser in die Synonymie von C. jamaicensis Jacq. veranlasst worden zu sein, was schon oben p. 144 als unrichtig bezeichnet worden ist.

Was endlich die dritte Pflanze, die von Perrottet, betrifft, welche Eichler in der Flor. Bras. (l. c.) unter C. intermedia K. neben der von Humboldt und Bonpland und der von Sieber, aber ohne irgend eine weitere Angabe aufgeführt hat, so lässt sich aus dem Umstande, dass ebenda ausser Cumana (nach Kunth) nur die Antillen als Vaterland der C. intermedia K. genannt sind, der Schluss ziehen, dass dieselbe aus den Antillen sein müsse, auf welchen Perrottet (wie in französisch Guiana, woselbst Arten aus den Sectionen Quadrella und Breyniastrum nach dem Cataloge von Sagot in Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XI, 1881, p. 143 überhaupt nicht vorzukommen scheinen) bekanntlich gesammelt hat, und zwar auf Guadeloupe und Martinique (in den Jahren 1824 und 1841 nach Lasègue, Musée botanique de B. Delessert, 1845, p. 93). Demgemäss kann die Pflanze nur zu C. jamaicensis Jacq. oder C. Breynia Jacq. gehören, als den einzigen antillanischen Arten, welche, abgesehen von der sehr schmalblättrigen C. longifolia Sw., mit Schülferchen besetzte Blätter besitzen. Auf die Pflanze von Perrottet weiter (die vielleicht in dem Herb. Franqueville mit der Bestimmung von Eichler zu finden ist[1]), muss sich die in der Flor. Bras. (l. c.) gegebene Beschreibung der Frucht als „bacca leviter torosa lepidota in stipitem aeque lepidotum indistincte transeunte“ beziehen, wenn das nicht bloss eine veränderte Fassung der Angaben Kunth's ist; denn von den anderen zu C. intermedia gerechneten, schon näher betrachteten zwei Pflanzen ist die von Sieber

1) Im Herb. Martius ist dieselbe nach gütiger, brieflicher Mittheilung von Seite des Herrn Director Crépin nicht vorhanden.

nur mit Blüthen versehen und die mit Früchten versehene von Humboldt und Bonpland (Hb. Willd. n. 10047) ist in der Flor. Bras. (l. c.) richtig zu C. odoratissima gerechnet, deren Frucht als „bacca torulosa lepidota sessilis" bezeichnet ist. Wenn nun zugleich unter dem „stipes aeque lepidotus" ein wirklicher, mit Schülferchen besetzter Fruchtstiel zu verstehen ist, so kann, da die andere hier möglicher Weise in Betracht kommende antillanische Art, C. jamaicensis, einen kahlen Fruchtstiel besitzt, die Pflanze nur ein Exemplar der C. Breynia Jacq. gewesen sein, mit abgefallenen Kelchblättern vielleicht, was ihre Erkennung gehindert haben mag. Bei Rücksichtnahme auf die Blattstructur freilich ist C. Breynia Jacq. auch in solchem Zustande und überhaupt stets leicht und sicher zu erkennen an den Grübchen der Blattunterseite, welche Vesque für die Charakterisirung der Art treffend hervorgehoben hat (s. a. a. O. p. 111, tab. 2, fig. 10), und welche sich dem Geübten schon unter der Lupe im durchfallenden Lichte als hellere Stellen in der Mitte der dunkelrandigen Venenmaschen verrathen.

---

Wie rücksichtlich der Deutung der eigentlichen C. intermedia K., so muss ich der Meinung von Triana und Planchon auch beipflichten in Hinsicht auf eine von Duchassaing in Panama gesammelte Pflanze, welche Grisebach in den Novitiae Flor. Panam., Bonplandia 1858, p. 2, als „C. torulosa Sw., forma siliqua brevissime stipitata" und damit als zu C. jamaicensis Jacq. gehörig bezeichnet hat, während Triana und Planchon (Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 85) dieselbe, übrigens ohne die Billigung Eichler's zu finden (s. Flor. Bras. l. c.), zu C. odoratissima Jacq. verbringen, indem sie sich auf den Fundort und die Bemerkung Grisebach's über den Fruchtstiel, nicht zugleich aber auf Autopsie stützen.

Ich kann mich in diesem Falle kurz fassen. Ich habe die betreffende Pflanze aus dem Herb. Grisebach selbst gesehen und finde dieselbe in jeder Hinsicht übereinstimmend mit C. odoratissima Jacq. Es ist ein ziemlich defectes Fruchtexemplar, aber die eine kleinere Frucht und ein Blatt unter ihr gerade noch soweit in Verbindung mit dem Zweige stehend, dass daraus die Zugehörigkeit auch der abgelösten Theile mit voller Sicherheit zu entnehmen ist. Die Bemerkung Grisebach's „forma siliqua brevissime stipitata", welche auch in dem Herbare, und zwar noch klarer in den Worten „carpophoro brevissimo" eingetragen ist, bezeichnet richtig und genau das Verhalten der noch an dem Zweige sitzenden Frucht mit 2 mm langem Carpophorum, wovon schon oben p. 147 die Rede war. Eine weitere, wahrscheinlich erst später beigefügte Bemerkung „= intermedia K." von Grisebach's Hand, deutet auch auf die richtige Stellung der Pflanze bei C. odoratissima bereits hin.

Mit Recht stützen sich Triana und Planchon gegen die Deutung der Pflanze als C. jamaicensis Jacq., resp. C. torulosa Sw., auf den Fundort; denn C. jamaicensis ist aus dem Festlande von Südamerica bis jetzt überhaupt nicht bekannt geworden, wie auch Eichler hervorgehoben hat (Flor. Bras. l. c.), sondern nur aus den Antillen und aus Florida.

Grisebach gibt zwar in der Flor. Brit. W. Ind. Isl. auch Venezuela und Pará als Vaterland der C. jamaicensis an. Aber die erstere Angabe beruht lediglich auf dessen unrichtiger Einstellung der C. intermedia K. („ex specim. Cuman.") in die Synonymie von C. jamaicensis und, wie ich aus dem Inhalte seines Herbares ersehen habe, auf unrichtiger Bestimmung eines Exemplares der C. odoratissima, nämlich des Exemplares von Fendler n. 2274 aus der Colonie Tovar, gesammelt im Jahre 1854—55. Was

Grisebach als C. jamaicensis aus Pará im Auge hatte, dafür habe ich in dem Theile seines Herbares, welcher mir vorlag -- es waren das nur gewisse Arten der Gattung Capparis, nicht alle, geschweige denn alle Capparideen — einen Anhaltspunkt nicht gefunden. Bei C. jamaicensis liegt die betreffende Pflanze nicht. Ob sie überhaupt in Grisebach's Herbar enthalten ist, muss ich dahin gestellt sein lassen. Aller Wahrscheinlichkeit nach beruht aber auch diese Angabe auf einer irrigen Bestimmung. Vielleicht sollte es sogar statt „Pará" Panama heissen mit Beziehung auf die eben besprochene, von Grisebach ein Jahr vorher erst publicirte Pflanze von Duchassaing.

---

Kann ich mich dem Vorausgehenden gemäss rücksichtlich der Deutung von C. intermedia K. und von C. torulosa (non Sw.) Griseb. in Nov. Fl. Panam. den Anschauungen von Triana und Planchon, welchen Hemsley in der Biologia centrali-americana p. 44 mit Recht gefolgt ist, unbedingt anschliessen, so ist das nicht der Fall hinsichtlich der Deutung von C. Breynia Sw. (non Jacq.), welche von diesen Autoren „der Beschreibung nach" ebenfalls zu C. odoratissima Jacq. gezogen wird (l. c.), während sie Grisebach und Eichler, und zwar sicher mit Recht, zu C. jamaicensis Jacq. rechnen (ll. cc.). Der Deutung von Triana und Planchon steht schon der Umstand im Wege, dass die Pflanze von Swartz aus Jamaica ist, C. odoratissima aber auf den Antillen, abgesehen von Trinidad, gar nicht vorkommt, sondern ausserdem nur auf dem Festlande von Süd- und Mittelamerica, wie schon oben p. 151 bemerkt wurde. Auch hier gibt zwar Grisebach Abweichendes an, wie für C. jamaicensis, für welche dessen Angaben soeben berichtiget wurden. Nach Grisebach soll C. odoratissima wenigstens auch auf Barbados vorhanden sein, ge-

mäss der Bemerkung zu der von ihm irriger Weise in die Synonymie von C. jamaicensis eingestellten C. intermedia K., d. i. C. odoratissima, in der Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 18: „A form with a short gynophore, introduced into Barbadoes." Aber es ist gänzlich unsicher, ob hier nicht wirklich nur eine Form von C. jamaicensis gemeint sei, wie sie in den Fruchtexemplaren von Curtiss n. 204 (s. ob. p. 135), und in Blüthenexemplaren von Macfadyen? n. 42 (letztere im Hb. Grisebach) mit kaum über 1 cm langem Carpophorum vorliegen, und selbst wenn es sich um C. odoratissima handelte, so wäre ja doch nicht von einem natürlichen Vorkommen die Rede. Von Natur aus begegnen sich die beiden Arten C. jamaicensis und C. odoratissima nach dem bisher bekannt Gewordenen nur auf Trinidad.

Triana und Planchon sind zu ihrer Deutung offenbar nur durch die Angabe von Swartz, dass der Fruchtknoten sehr kurz gestielt sei („brevissime pedicellatum") geführt worden.

Aber auf derartige überhaupt nur relative Massangaben scheint bei Swartz kein allzugrosser Werth gelegt werden zu dürfen, wie ich aus einer demnächst darzulegenden Untersuchung von aus Stockholm mir zugekommenen Originalexemplaren seiner Bumelia rotundifolia und cuneata ersehen habe. Den Griffel der ersteren bezeichnete Swartz als „stylus subulatus, corolla longior", den der unmittelbar daneben aufgeführten B. cuneata aber als „stylus brevis crassus", und doch ist derselbe hier noch schlanker und länger als dort.

Glücklicher Weise bin ich durch das Vorhandensein eines von Swartz an Schreber mitgetheilten Originalexemplares der C. Breynia Sw. im Münchener Herbare in den Stand gesetzt, den Werth der beirrenden Angabe von Swartz näher zu bestimmen. Eine halb ausgewachsene Blüthenknospe dieses Exemplares zeigte bei der Vergleichung mit einer gleich grossen einer unzweifelhaft

zu C. jamaicensis Jacq. gehörigen Pflanze (vom Prinzen Paul von Würtemberg auf S. Domingo gesammelt), dass hier wie dort ein gleich langes und dem Fruchtknoten selbst an Länge bereits nicht mehr nachstehendes Carpophorum vorhanden sei, das aber allerdings noch als „sehr kurz" erscheint, wenn man es mit dem Carpophorum voll entfalteter Blüthen der C. jamaicensis Jacq. vergleicht, wie sie z. B. Jacquin abbildet (Stirp. Americ. Hist., 1763, tab. 101), in dessen Abbildung Swartz seine Pflanze auch desshalb nicht erkannt haben mag, weil jene die var. α. emarginata Griseb., diese aber die var. β. siliquosa Griseb. darstellt, ebenso wie die C. torulosa Sw., von welcher so zu sagen C. Breynia Sw. das Blüthenexemplar darstellt, das Swartz mit den Fruchtexemplaren, die er als C. torulosa beschrieb, ebenso wenig zu vereinigen wusste, wie das bei Kunth für die C. odoratissima der Fall war (s. ob. p. 144). Zugleich ist das Carpophorum in der Knospe auch noch zusammengebogen, so dass der Fruchtknoten mit seinem unteren Ende direct den Blüthenboden berührt. Kurz C. Breynia Sw. ist in nichts verschieden von C. jamaicensis Jacq., oder noch genauer ausgedrückt von C. jamaicensis Jacq. var. β. siliquosa Griseb. (c. syn C. torulosa Sw.), und indirect hat das Swartz selbst ausgesprochen, indem er in seinen Observ., 1791, p. 211 angibt, dass C. siliquosa Linn., die ja auch nichts anderes als C. jamaicensis Jacq. ist, nur eine Varietät der ebenda p. 210, also nur eine Seite vorher, von ihm aufgestellten und beschriebenen C. Breynia Sw. sei.

Mit Recht also schliesst Eichler, während er die von Triana und Planchon als C. odoratissima bezeichnete Pflanze aus Neu-Granada für richtig bestimmt erachtet, wogegen auch kaum ein begründeter Zweifel zu erheben sein dürfte, die als Synonym angeführte C. Breynia Sw. aus. Es ist das aber auch das einzige Synonym, welches

aus der von Triana und Planchon zusammengestellten Synonymie der C. odoratissima auszuscheiden ist, entgegen der Meinung von Eichler (in Flor. Bras. p. 271), dass nur eines, nämlich C. Breynia Kunth, darin zu verbleiben habe.

---

Stimmen Grisebach und Eichler, und zwar in Vertretung der richtigen Meinung, bezüglich der eben in Betracht gezogenen C. Breynia Sw. (non Jacq.) überein, so ist dagegen eine solche Uebereinstimmung nicht zwischen ihnen vorhanden hinsichtlich der Deutung, welche den drei Arten von Breynia P. Browne's (Hist. Jam. 1756, p. 246) zu geben ist, und hier glaube ich das Richtige auf Seite Grisebach's zu finden, was nämlich die zwei von diesem allein berücksichtigten, weil allein von Browne in Abbildungen dargestellten dieser Arten betrifft, die erste und die dritte. Es mag übrigens der Vollständigkeit halber auch die zweite hier an ihrer Stelle mit einigen Worten berührt sein.

Die erste dieser Arten ist „Breynia fruticosa foliis oblongis obtusis, tab. 27, fig. 1", mit dem offenbar irriger Weise dahin gebrachten Synonyme Cynophallophoros etc. Plukenet tab. 172, fig. 4. Dieses letztere ist wohl die Veranlassung dazu geworden, dass auch die Pflanze Browne's zu Capparis cynophallophora L., wie schon von Linné (Sp. Pl. Ed. II, 1762, p. 721), so auch noch von Eichler (Flor. Bras. p. 282) gezogen worden ist. Viel richtiger scheint mir Grisebach die Browne'sche Pflanze auf C. jamaicensis Jacq. bezogen zu haben. Dieser gleicht sie in allen Stücken eher als der C. cynophallophora, namentlich wenn man erwägt, dass die Frucht nach Vergleichung des unter ihr befindlichen mit dem isolirt dargestellten Kelche offenbar in verkleinertem Massstabe abgebildet ist. Zu C. jamaicensis scheint weiter auch die von

beren Schildhaaren wie von einem Panzer bedeckt erscheint. Unter dieser Art, C. jamaicensis Jacq., wird also in Zukunft ebenso, wie unter C. odoratissima Jacq., das Synonym „C. ferruginea Willd. (non Spec. Pl.) Herb. n. 10047 partim“ eine Stelle zu finden haben, und zwar bei noch genauerer Bezeichnung unter C. odoratissima „Plagula 1“, unter C. jamaicensis „Plagula 2“.

Dass es diese unter n. 10047 des Herb. Willd. vereinigten Pflanzen sind, auf welche sich das „vidi siccam“ von Willd. Spec. Pl. II, 1799, p. 1135 unter C. ferruginea bezieht, geht aus der Bemerkung Willdenow's über das Indument der Blätter unter C. odoratissima Jacq. hervor (p. 1136): „Tomentum foliorum in Capparide hac ut in C. ferruginea et aliis non est tomentum, sed e squamis parvis adpressis ut in Hippophaë . . . est compositum; hinc folia harum plantarum potius squamata nuncupanda.“ Nur diese Worte, nicht aber die unverändert von Linné, Swartz, Jacquin und Browne entlehnten Angaben über C. ferruginea einschliesslich der über das Vaterland („Jamaica“) beziehen sich also auf die gedachten Materialien des Herb. Willdenow n. 10047. Dass Willdenow in diesen die betreffenden Arten (C. odoratissima und C. jamaicensis) nicht erkannte, braucht bei der Unklarheit, die allgemein darüber herrschte, nicht Wunder zu nehmen. Es war ihm zwar wenigstens von C. odoratissima Jacq. ein richtig bestimmtes Exemplar zur Hand, nämlich Hb. Willd. n. 10048, ohne Standortsangabe (vielleicht aus einem Garten); aber dasselbe ist steril, wie Willdenow selbst auch angegeben hat „vidi siccam sine flore“ (l. c. p. 1136, unter C. odoratissima). Bei C. jamaicensis fehlt eine Angabe über deren Autopsie, da er sie ja in dem vorerwähnten Exemplare von Isert nicht erkannt hatte.

Wie dieses im Herb. Willd., so liegt auch im Herb. Kunth den Exemplaren der C. odoratissima aus der

Sammlung von Humboldt und Bonpland, n. 38 u. 39, ein Fragment von C. jamaicensis mit Blüthenknospen bei, ob von Bonpland gesammelt oder nicht, wird kaum mehr zu ermitteln sein. Ein Fruchtexemplar der gleichen Art ist aus dem Herb. Bonpland vorhanden, in das von Kunth übergegangen; aber schon Kunth hat in der von ihm beigesetzten Frage „an itineris" seinen Zweifel darüber ausgedrückt, ob es von Bonpland selbst gesammelt sei, und hat es unberücksichtigt gelassen. Eine Standortsangabe fehlt. Bonpland hat es auf Browne Jam. tab. 27, fig. 1 bezogen, was nach dem später über diese Stelle zu Bemerkenden, als vollkommen zutreffend erscheint.

Ich komme nach all' dem zur zweiten der als C. intermedia K. in Geltung gewesenen Pflanzen, zur Pflanze von Sieber, Flora Trinitatis n. 97, welche unter dem Namen C. intermedia K. bald nach der Aufstellung dieser Art (s. ob. p. 141) von Sieber edirt worden zu sein scheint und welche mir ausser in dem schon erwähnten, von Kunth selbst als C. intermedia bezeichneten Exemplare des Herb. Berolinense auch in einem von Eichler ebenso bezeichneten Exemplare des Herb. Monacense vorliegt. Diese Exemplare sind allerdings, wie schon oben bei Betrachtung der verschiedenen Formen von C. jamaicensis Jacq., zu der sie unzweifelhaft gehören, erwähnt wurde, durch längere, dem Lanzettlichen sich nähernde und weniger dicke Blätter mit deutlicheren, etwas vorspringenden Seitennerven, worauf Eichler Gewicht legte, vor den meisten Exemplaren der C. jamaicensis ausgezeichnet; aber die Textur der Blätter scheint bei C. jamaicensis überhaupt, wie die Gestalt, mancherlei wenig wichtigen Schwankungen unterworfen zu sein, und an einem von Eichler selbst als C. jamaicensis bestimmten Exemplare des Herb. Berolinense von Ehrenberg (S. Domingo, forma foliis ovatis) z. B. treten die Seitennerven in eben der Weise, wie bei der Pflanze von Sieber

hervor. Auch die anatomischen Verhältnisse des Blattes sind dieselben, wie bei der Pflanze von Curtiss oder anderen Exemplaren der C. jamaicensis. Das Carpophorum endlich fand ich bei der Pflanze von Sieber in den Blüthenknospen und an Resten entfalteter Blüthen in eben dem Masse ausgebildet, wie bei C. jamaicensis überhaupt, und frei von Schülferchen. Ein mit Schülferchen besetztes, gestrecktes Carpophorum, welches stets leicht von einem unechten Fruchtstiele, d. h. von der verschmälerten, samenlosen Basis des Pericarpes selbst, zu unterscheiden ist, besitzt überhaupt keine Art der Section Quadrella, wohl aber C. Breynia Jacq. aus der Section Breyniastrum, wie schon Kunth sehr gut bei der dahin gehörigen C. amygdalina und C. Barcellonensis der Nov. Gen. et Sp. V, p. 97 hervorgehoben hat.

Wenn Eichler in der Flor. Bras. (l. c.) die Zusammengehörigkeit von C. intermedia K. mit C. odoratissima Jacq. gegenüber Triana und Planchon durch den Hinweis auf die verschiedene Beschaffenheit der Staubgefässe und des Pistilles zu entkräften gesucht hat, so muss er dabei die Sieber'sche Pflanze im Auge gehabt haben. Für diese trifft seine Bemerkung allerdings zu; nicht aber für die eigentliche C. intermedia K., die ja überhaupt nur nach Fruchtexemplaren aufgestellt worden war, während Kunth die Blüthenexemplare der gleichen Art, der C. odoratissima, von welchen auch die oben (p. 143) erwähnten, im Hb. Kunth liegenden, abgefallenen Blüthen herrühren mögen, bekanntlich irriger Weise als C. Breynia Sw. (unter Angabe des gleichen Standortes Cumana, wie für C. intermedia) aufgeführt hat.

Dass die Sieber'sche Pflanze schon von Grisebach richtig auf C. jamaicensis Jacq. bezogen worden ist, wurde bereits oben (p. 141) angeführt. Grisebach scheint übrigens in dieser Pflanze ebenfalls die eigentliche C. inter-

media K. erblickt zu haben und dadurch zur Aufnahme auch dieser in die Synonymie von C. jamaicensis Jacq. veranlasst worden zu sein, was schon oben p. 144 als unrichtig bezeichnet worden ist.

Was endlich die dritte Pflanze, die von Perrottet, betrifft, welche Eichler in der Flor. Bras. (l. c.) unter C. intermedia K. neben der von Humboldt und Bonpland und der von Sieber, aber ohne irgend eine weitere Angabe aufgeführt hat, so lässt sich aus dem Umstande, dass ebenda ausser Cumana (nach Kunth) nur die Antillen als Vaterland der C. intermedia K. genannt sind, der Schluss ziehen, dass dieselbe aus den Antillen sein müsse, auf welchen Perrottet (wie in französisch Guiana, woselbst Arten aus den Sectionen Quadrella und Breyniastrum nach dem Cataloge von Sagot in Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XI, 1881, p. 143 überhaupt nicht vorzukommen scheinen) bekanntlich gesammelt hat, und zwar auf Guadeloupe und Martinique (in den Jahren 1824 und 1841 nach Lasègue, Musée botanique de B. Delessert, 1845, p. 93). Demgemäss kann die Pflanze nur zu C. jamaicensis Jacq. oder C. Breynia Jacq. gehören, als den einzigen antillanischen Arten, welche, abgesehen von der sehr schmalblättrigen C. longifolia Sw., mit Schülferchen besetzte Blätter besitzen. Auf die Pflanze von Perrottet weiter (die vielleicht in dem Herb. Franqueville mit der Bestimmung von Eichler zu finden ist[1]), muss sich die in der Flor. Bras. (l. c.) gegebene Beschreibung der Frucht als „bacca leviter torosa lepidota in stipitem aeque lepidotum indistincte transeunte“ beziehen, wenn das nicht bloss eine veränderte Fassung der Angaben Kunth's ist; denn von den anderen zu C. intermedia gerechneten, schon näher betrachteten zwei Pflanzen ist die von Sieber

1) Im Herb. Martius ist dieselbe nach gütiger, brieflicher Mittheilung von Seite des Herrn Director Crépin nicht vorhanden.

nur mit Blüthen versehen und die mit Früchten versehene von Humboldt und Bonpland (Hb. Willd. n. 10047) ist in der Flor. Bras. (l. c.) richtig zu C. odoratissima gerechnet, deren Frucht als „bacca torulosa lepidota sessilis" bezeichnet ist. Wenn nun zugleich unter dem „stipes aeque lepidotus" ein wirklicher, mit Schülferchen besetzter Fruchtstiel zu verstehen ist, so kann, da die andere hier möglicher Weise in Betracht kommende antillanische Art, C. jamaicensis, einen kahlen Fruchtstiel besitzt, die Pflanze nur ein Exemplar der C. Breynia Jacq. gewesen sein, mit abgefallenen Kelchblättern vielleicht, was ihre Erkennung gehindert haben mag. Bei Rücksichtnahme auf die Blattstructur freilich ist C. Breynia Jacq. auch in solchem Zustande und überhaupt stets leicht und sicher zu erkennen an den Grübchen der Blattunterseite, welche Vesque für die Charakterisirung der Art treffend hervorgehoben hat (s. a. a. O. p. 111, tab. 2, fig. 10), und welche sich dem Geübten schon unter der Lupe im durchfallenden Lichte als hellere Stellen in der Mitte der dunkelrandigen Venenmaschen verrathen.

---

Wie rücksichtlich der Deutung der eigentlichen C. intermedia K., so muss ich der Meinung von Triana und Planchon auch beipflichten in Hinsicht auf eine von Duchassaing in Panama gesammelte Pflanze, welche Grisebach in den Novitiae Flor. Panam., Bonplandia 1858, p. 2, als „C. torulosa Sw., forma siliqua brevissime stipitata" und damit als zu C. jamaicensis Jacq. gehörig bezeichnet hat, während Triana und Planchon (Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 85) dieselbe, übrigens ohne die Billigung Eichler's zu finden (s. Flor. Bras. l. c.), zu C. odoratissima Jacq. verbringen, indem sie sich auf den Fundort und die Bemerkung Grisebach's über den Fruchtstiel, nicht zugleich aber auf Autopsie stützen.

Ich kann mich in diesem Falle kurz fassen. Ich habe die betreffende Pflanze aus dem Herb. Grisebach selbst gesehen und finde dieselbe in jeder Hinsicht übereinstimmend mit C. odoratissima Jacq. Es ist ein ziemlich defectes Fruchtexemplar, aber die eine kleinere Frucht und ein Blatt unter ihr gerade noch soweit in Verbindung mit dem Zweige stehend, dass daraus die Zugehörigkeit auch der abgelösten Theile mit voller Sicherheit zu entnehmen ist. Die Bemerkung Grisebach's „forma siliqua brevissime stipitata", welche auch in dem Herbare, und zwar noch klarer in den Worten „carpophoro brevissimo" eingetragen ist, bezeichnet richtig und genau das Verhalten der noch an dem Zweige sitzenden Frucht mit 2 mm langem Carpophorum, wovon schon oben p. 147 die Rede war. Eine weitere, wahrscheinlich erst später beigefügte Bemerkung „= intermedia K." von Grisebach's Hand, deutet auch auf die richtige Stellung der Pflanze bei C. odoratissima bereits hin.

Mit Recht stützen sich Triana und Planchon gegen die Deutung der Pflanze als C. jamaicensis Jacq., resp. C. torulosa Sw., auf den Fundort; denn C. jamaicensis ist aus dem Festlande von Südamerica bis jetzt überhaupt nicht bekannt geworden, wie auch Eichler hervorgehoben hat (Flor. Bras. l. c.), sondern nur aus den Antillen und aus Florida.

Grisebach gibt zwar in der Flor. Brit. W. Ind. Isl. auch Venezuela und Pará als Vaterland der C. jamaicensis an. Aber die erstere Angabe beruht lediglich auf dessen unrichtiger Einstellung der C. intermedia K. („ex specim. Cuman.") in die Synonymie von C. jamaicensis und, wie ich aus dem Inhalte seines Herbares ersehen habe, auf unrichtiger Bestimmung eines Exemplares der C. odoratissima, nämlich des Exemplares von Fendler n. 2274 aus der Colonie Tovar, gesammelt im Jahre 1854—55. Was

Grisebach als C. jamaicensis aus Pará im Auge hatte, dafür habe ich in dem Theile seines Herbares, welcher mir vorlag — es waren das nur gewisse Arten der Gattung Capparis, nicht alle, geschweige denn alle Capparideen — einen Anhaltspunkt nicht gefunden. Bei C. jamaicensis liegt die betreffende Pflanze nicht. Ob sie überhaupt in Grisebach's Herbar enthalten ist, muss ich dahin gestellt sein lassen. Aller Wahrscheinlichkeit nach beruht aber auch diese Angabe auf einer irrigen Bestimmung. Vielleicht sollte es sogar statt „Pará" Panama heissen mit Beziehung auf die eben besprochene, von Grisebach ein Jahr vorher erst publicirte Pflanze von Duchassaing.

– – – –

Kann ich mich dem Vorausgehenden gemäss rücksichtlich der Deutung von C. intermedia K. und von C. torulosa (non Sw.) Griseb. in Nov. Fl. Panam. den Anschauungen von Triana und Planchon, welchen Hemsley in der Biologia centrali-americana p. 44 mit Recht gefolgt ist, unbedingt anschliessen, so ist das nicht der Fall hinsichtlich der Deutung von C. Breynia Sw. (non Jacq.), welche von diesen Autoren „der Beschreibung nach" ebenfalls zu C. odoratissima Jacq. gezogen wird (l. c.), während sie Grisebach und Eichler. und zwar sicher mit Recht, zu C. jamaicensis Jacq. rechnen (ll. cc.). Der Deutung von Triana und Planchon steht schon der Umstand im Wege, dass die Pflanze von Swartz aus Jamaica ist, C. odoratissima aber auf den Antillen, abgesehen von Trinidad, gar nicht vorkommt, sondern ausserdem nur auf dem Festlande von Süd- und Mittelamerica, wie schon oben p. 151 bemerkt wurde. Auch hier gibt zwar Grisebach Abweichendes an, wie für C. jamaicensis, für welche dessen Angaben soeben berichtiget wurden. Nach Grisebach soll C. odoratissima wenigstens auch auf Barbados vorhanden sein, ge-

mäss der Bemerkung zu der von ihm irriger Weise in die Synonymie von C. jamaicensis eingestellten C. intermedia K., d. i. C. odoratissima, in der Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 18: „A form with a short gynophore, introduced into Barbadoes.“ Aber es ist gänzlich unsicher, ob hier nicht wirklich nur eine Form von C. jamaicensis gemeint sei, wie sie in den Fruchtexemplaren von Curtiss n. 204 (s. ob. p. 135), und in Blüthenexemplaren von Macfadyen? n. 42 (letztere im Hb. Grisebach) mit kaum über 1 cm langem Carpophorum vorliegen, und selbst wenn es sich um C. odoratissima handelte, so wäre ja doch nicht von einem natürlichen Vorkommen die Rede. Von Natur aus begegnen sich die beiden Arten C. jamaicensis und C. odoratissima nach dem bisher bekannt Gewordenen nur auf Trinidad.

Triana und Planchon sind zu ihrer Deutung offenbar nur durch die Angabe von Swartz, dass der Fruchtknoten sehr kurz gestielt sei („brevissime pedicellatum“) geführt worden.

Aber auf derartige überhaupt nur relative Massangaben scheint bei Swartz kein allzugrosser Werth gelegt werden zu dürfen, wie ich aus einer demnächst darzulegenden Untersuchung von aus Stockholm mir zugekommenen Originalexemplaren seiner Bumelia rotundifolia und cuneata ersehen habe. Den Griffel der ersteren bezeichnete Swartz als „stylus subulatus, corolla longior“, den der unmittelbar daneben aufgeführten B. cuneata aber als „stylus brevis crassus“, und doch ist derselbe hier noch schlanker und länger als dort.

Glücklicher Weise bin ich durch das Vorhandensein eines von Swartz an Schreber mitgetheilten Originalexemplares der C. Breynia Sw. im Münchener Herbare in den Stand gesetzt, den Werth der beirrenden Angabe von Swartz näher zu bestimmen. Eine halb ausgewachsene Blüthenknospe dieses Exemplares zeigte bei der Vergleichung mit einer gleich grossen einer unzweifelhaft

zu C. jamaicensis Jacq. gehörigen Pflanze (vom Prinzen Paul von Würtemberg auf S. Domingo gesammelt), dass hier wie dort ein gleich langes und dem Fruchtknoten selbst an Länge bereits nicht mehr nachstehendes Carpophorum vorhanden sei, das aber allerdings noch als „sehr kurz" erscheint, wenn man es mit dem Carpophorum voll entfalteter Blüthen der C. jamaicensis Jacq. vergleicht, wie sie z. B. Jacquin abbildet (Stirp. Americ. Hist., 1763, tab. 101), in dessen Abbildung Swartz seine Pflanze auch desshalb nicht erkannt haben mag, weil jene die var. α. emarginata Griseb., diese aber die var. β. siliquosa Griseb. darstellt, ebenso wie die C. torulosa Sw., von welcher so zu sagen C. Breynia Sw. das Blüthenexemplar darstellt, das Swartz mit den Fruchtexemplaren, die er als C. torulosa beschrieb, ebenso wenig zu vereinigen wusste, wie das bei Kunth für die C. odoratissima der Fall war (s. ob. p. 144). Zugleich ist das Carpophorum in der Knospe auch noch zusammengebogen, so dass der Fruchtknoten mit seinem unteren Ende direct den Blüthenboden berührt. Kurz C. Breynia Sw. ist in nichts verschieden von C. jamaicensis Jacq., oder noch genauer ausgedrückt von C. jamaicensis Jacq. var. β. siliquosa Griseb. (c. syn C. torulosa Sw.), und indirect hat das Swartz selbst ausgesprochen, indem er in seinen Observ., 1791, p. 211 angibt, dass C. siliquosa Linn., die ja auch nichts anderes als C. jamaicensis Jacq. ist, nur eine Varietät der ebenda p. 210, also nur eine Seite vorher, von ihm aufgestellten und beschriebenen C. Breynia Sw. sei.

Mit Recht also schliesst Eichler, während er die von Triana und Planchon als C. odoratissima bezeichnete Pflanze aus Neu-Granada für richtig bestimmt erachtet, wogegen auch kaum ein begründeter Zweifel zu erheben sein dürfte, die als Synonym angeführte C. Breynia Sw. aus. Es ist das aber auch das einzige Synonym, welches

aus der von Triana und Planchon zusammengestellten Synonymie der C. odoratissima auszuscheiden ist, entgegen der Meinung von Eichler (in Flor. Bras. p. 271), dass nur eines, nämlich C. Breynia Kunth, darin zu verbleiben habe.

---

Stimmen Grisebach und Eichler, und zwar in Vertretung der richtigen Meinung, bezüglich der eben in Betracht gezogenen C. Breynia Sw. (non Jacq.) überein, so ist dagegen eine solche Uebereinstimmung nicht zwischen ihnen vorhanden hinsichtlich der Deutung, welche den drei Arten von Breynia P. Browne's (Hist. Jam. 1756, p. 246) zu geben ist, und hier glaube ich das Richtige auf Seite Grisebach's zu finden, was nämlich die zwei von diesem allein berücksichtigten, weil allein von Browne in Abbildungen dargestellten dieser Arten betrifft, die erste und die dritte. Es mag übrigens der Vollständigkeit halber auch die zweite hier an ihrer Stelle mit einigen Worten berührt sein.

Die erste dieser Arten ist „Breynia fruticosa foliis oblongis obtusis, tab. 27, fig. 1", mit dem offenbar irriger Weise dahin gebrachten Synonyme Cynophallophoros etc. Plukenet tab. 172, fig. 4. Dieses letztere ist wohl die Veranlassung dazu geworden, dass auch die Pflanze Browne's zu Capparis cynophallophora L., wie schon von Linné (Sp. Pl. Ed. II, 1762, p. 721), so auch noch von Eichler (Flor. Bras. p. 282) gezogen worden ist. Viel richtiger scheint mir Grisebach die Browne'sche Pflanze auf C. jamaicensis Jacq. bezogen zu haben. Dieser gleicht sie in allen Stücken eher als der C. cynophallophora, namentlich wenn man erwägt, dass die Frucht nach Vergleichung des unter ihr befindlichen mit dem isolirt dargestellten Kelche offenbar in verkleinertem Massstabe abgebildet ist. Zu C. jamaicensis scheint weiter auch die von

Browne nur fragweise angeführte Abbildung von Plukenet tab. 221, fig. 1 zu gehören.

Die zweite Art ist „Breynia arborescens foliis ovatis utrinque acuminatis, siliqua torosa longissima", zu welcher der angegebenen Blattform gemäss, wie es scheint, auch wieder mit Unrecht Plukenet tab. 327, fig. 6 (Almag. p. 328 und 402: „Salix folliculifera longissimis argenteis et acutis foliis americana; the Silver Sallow-Tree or Codded Osier Barbadensibus Anglis nuncupatur" — von Swartz in Observ., 1791, p. 211 und in der Flor. Ind. occ. II, 1800, p. 934 auf seine Capparis longifolia bezogen) citirt ist (vergleiche übrigens das im Folgenden unter C. longifolia, p. 168, hierüber Gesagte). Diese zweite Breynia findet sich bei Eichler unter C. jamaicensis Jacq., und sie mag wohl der var. β. siliquosa Griseb. von dieser Art entsprechen, wie sie denn auch schon Swartz (Prodr. 1788, p. 81, dann Observ. p. 211 und Flor. Ind. occ. II, p. 932) seiner gleichfalls zu dieser Form gehörigen C. torulosa einverleibt hat.

Die dritte Art ist „Breynia fruticosa foliis singularibus, oblongo-ovatis, superne nitidis, siliquis minoribus teretibus aequalibus, tab. 27, fig. 2", von Grisebach auf C. Breynia Jacq.[1]) (C. amygdalina Lam.) bezogen, von Eichler aber auffallender Weise, wie schon von Swartz (Observ. 1791, p. 209) als zu Canella alba gehörig betrachtet, welche Browne's tab. 27, fig. 3 und dessen Beschreibung p. 275 auf sich vereiniget. Ich halte Grisebach's Deutung, welche auch Hemsley in der Biologia centrali-americana, p. 43, angenommen hat, für hinlänglich

1) D. i. Jacquin Amer., 1763, p. 161, t. 103, welche Stelle in Linn. Sp. Ed. II, Vol. 1, p. 271 unter C. Breynia bereits citirt wird, obwohl dieser Band die Jahreszahl 1762 trägt. Mit Recht heben also Triana und Planchon in Ann. Sc. n., s. 4, t. XVII, 1862, p. 82 hervor, dass Jacquin, nicht Linné, als Autor der Pflanze zu betrachten sei.

durch das gesichert, was Browne über die Pflanze noch weiter mittheilt, nämlich, „dass die Blätter auf der Unterseite glanzlos und schmutzig erscheinen, als ob sie bestäubt wären“, was an die von Triana und Planchon (l. c. p. 81) wiedergegebenen Worte von Plumier bezüglich der gleichen Pflanze erinnert „folia .. subtus .. pulvere argenteo .. conspersa“ und unverkennbar auf die Schülferchen der Blattunterseite hindeutet, welche gerade bei C. Breynia einen viel weniger gleichförmigen Ueberzug bilden als sonst; ferner, „dass alle Theile der Pflanze einen stark stechenden (strong pungent) Geruch und Geschmack besitzen, wie die meisten Pflanzen aus der Gruppe der senfartigen (of the mustard tribe)“. In sehr richtiger Unterscheidung wird dem gegenüber Canella alba als „stechend und erhitzend aromatisch (a pungent warm aromatic)“, die Blätter davon als „glatt“, und die Inflorescenzen als „abgeflachte Büschel (depressed clusters) an dem Ende der Zweige“ bezeichnet, während in der fraglichen Abbildung (tab. 27, fig. 2) dieselben als lockere, etwa fünfblüthige, seitliche Blüthenstände dargestellt sind, welche nicht zu Canella alba passen, sehr wohl aber zu Capparis Breynia Jacq., gleichwie der Gestalt und Grösse des Kelches nach auch die Blüthenknospen. Dass die Früchte von Browne als „kleiner“ bezeichnet werden, geschieht deutlich nur im Vergleiche mit den als „sehr lang“ bezeichneten der zweiten Art, und sind dieselben desshalb noch nicht etwa als sehr verkürzt und am wenigsten wohl als den kaum erbsengrossen Früchten der Canella alba entsprechend anzusehen. Die Länge der Früchte wechselt übrigens bei den meisten langfrüchtigen Capparis-Arten innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Für C. jamaicensis ist das schon weiter oben (p. 135 f.) berührt worden. Von C. Breynia massen die kürzesten Früchte, welche mir vorkamen und welche zugleich stark torulos waren, mit Ein-

schluss des Carpophorums 6 cm (von Kunth übergangenes Exemplar von Humboldt und Bonpland[1]) aus Campeche; die längsten, ziemlich gleich dicken (Ehrenberg n. 266, aus St. Thomas) 26 cm. An C. odoratissima ist trotz der „siliquae minores" und der auch bei dieser Art unterseits oft wie schmutzig aussehenden Blätter nicht zu denken, weil diese Art überhaupt auf den Antillen, ausser auf Trinidad, nicht vorkommt (s. oben p. 151). Da die von Browne und Plukenet gemeinten Pflanzen im Herb. Linné und Herb. Sloane in London wahrscheinlich noch vorhanden sind, so wird es nicht schwer sein, über dieselben volle Gewissheit zu erlangen, sobald nur einem mit der anatomischen Methode genügend vertrauten Forscher Gelegenheit gegeben sein wird, dieselben zu untersuchen.

---

Die von Plukenet tab. 327, fig. 6 dargestellte Pflanze, welche vorhin Erwähnung fand, hat Swartz, wie dabei angeführt wurde, auf seine Capparis longifolia bezogen, von welcher mir ausser Exemplaren mit schmalen, linearen Blättern von Wullschlaegel n. 17 (aus Antigua im Herb. Monac.) und von Ehrenberg n. 267 (aus St. Thomas, im Herb. Berol.) auch ein solches mit linear-lan-

1) Auch Eichler hat dieses von ihm als C. Breynia J. eigenhändig bezeichnete Exemplar in den Angaben über die Verbreitung der Art unberücksichtiget gelassen, zweifellos wohl weil ihm ein derartig vereinzeltes Vorkommniss nicht Sicherheit genug zu bieten schien. Zwar hatte schon Grisebach (Fl. Brit. W. Ind. Isl. 1859, p. 18) Mexico unter den Heimatstätten der Pflanze genannt, aber ohne nähere Belege. Nach den Angaben von Hemsley (Biolog. Centr.-Amer., Bot. I, 1879—81, p. 43) ist die Pflanze seit den vierziger Jahren wiederholt in Mexico gesammelt worden, von Galeotti, Liebmann und Linden, welch' letzteren auch Vesque (l. c. 1882, p. 112) anführt unter Beifügung des wohl kaum rite publicirten Synonymes „Capparis Lindeniana".

zettlichen Blättern, wie sie Swartz für seine Pflanze beschreibt, vorliegt, ebenfalls von Ehrenberg, vom gleichen Standorte und unter derselben Nummer mitgetheilt (im Herb. Berol.). Die Blätter dieses letzteren, an Breite mehr als das Doppelte der ersteren betragend, entsprechen ihrer Form nach ziemlich gut der Darstellung von Plukenet. Unterstützt wird ausserdem die Deutung von Swartz durch die Hinweisung auf Barbados, als das Vaterland der Pflanze, bei Plukenet.

Was nun C. longifolia Sw. selbst betrifft, so hat dieselbe eine sicherlich unrichtige Auffassung bei Grisebach (Flor. Brit. W. Ind. Isl. p. 18) gefunden. Sie wird hier trotz der Schülferchen an der Blattunterseite („leaves leprous beneath"), wozu dann noch die unter der Lupe schon wahrnehmbaren Spicularzellen als hervorragende anatomische Eigenthümlichkeit kommen, zu C. cynophallophora L. var. γ. saligna Griseb. (C. saligna Vahl) gebracht, welche Pflanze weit entfernt steht von all' den Arten, die Schülferchen und Spicularzellen besitzen. Solche Auffassungen waren nur möglich zu einer Zeit, in der man den Werth anatomischer Verhältnisse für die Systematik noch nicht schätzen gelernt hatte.

Viel eher wäre es möglich, dass die C. longifolia Sw. eine extreme Form der C. jamaicensis Jacq. wäre, an die oben (p. 134) schon erwähnten Formen, und zwar zunächst an die mit foliis sublanceolatis, als solche mit foliis lineari-lanceolatis und linearibus, resp. als forma longifolia, sich anreihend. Man muss nämlich berücksichtigen, dass von C. longifolia Sw. die Blüthen nicht bekannt sind — auch Swartz nicht bekannt waren, und dass Swartz auch für die Frucht nur auf die erwähnte Abbildung von Plukenet sich bezieht, die darin hervortretende Aehnlichkeit mit der Frucht seiner C. torulosa, d. i. C. jamaicensis Jacq., hervorhebend.

So kommt es, dass auch über die Section, zu welcher C. longifolia zu rechnen, noch Unsicherheit besteht. De Candolle hielt es für wahrscheinlich, dass sie zur Section Quadrella gehöre. Eichler dagegen glaubte, sie nach einer bei ihr und bei C. Breynia beobachteten Eigenthümlichkeit der Schülferchen unmittelbar neben die letztere Art und somit in die Section Breyniastrum stellen zu sollen. Er fand an den Schülferchen nämlich eine Art Verdoppelung, hervorgerufen durch eine obere Zellschichte, welche selbst wieder ein kleineres, dem eigentlichen Schülferchen in der Mitte aufgewachsenes Schüppchen darstellt (s. Flor. Bras. XIII, 1 tab. 64, fig. 3). Diese Verdoppelung kommt aber, wie ich finde, allen Capparis-Arten mit Schülferchen zu, auch den Arten der Section Quadrella also (C. isthmensis, jamaicensis und odoratissima, sehr schön z. B. zu sehen bei den grossen, an die des Kelches von Durio erinnernden Schülferchen auf der Aussenseite der Blumenblätter bei C. isthmensis etc.), nur dass nicht jedes Schülferchen sie zeigt, was aber auch von C. longifolia und C. Breynia gilt.[1])

---

1) Auch bei Atamisquea (emarginata Miers, Pl. Argentinae Lorentzeanae n. 102) kommt eine solche Verdoppelung der Schülferchen vor, wenn auch weniger häufig und weniger deutlich. Sie scheint demnach die Lepides der Capparideen im allgemeinen auszuzeichnen, unter anderem gegenüber denen der Elaeagneen, von welchen die grösseren in der Mitte halbkugelig gewölbt zu sein pflegen, dann gegenüber denen von Croton (C. migrans Casar., C. buxifolius J. Müll., beide von J. Müll. bestimmt) und anderen Euphorbiaceen, bei welchen in der Mitte eine Vertiefung und so zu sagen, eine Verdoppelung nach unten durch eine Art centralen Schüppchens, d. h. eine centrale Lage von Zellen (mit wellig gebogenen Seitenwänden bei den genannten Arten) an der Unterseite sich findet, ferner gegenüber denen von Durio (D. lanceolatus Masters, Beccari Pl. Bornens. n. 2610) und anderen Bombaceen, bei denen gleichsam eine Verdoppelung in radiärer Richtung zu sehen ist, indem die vom Centrum ausge-

Sucht man nun, da auf die Schülferchen kein Verlass zu nehmen, nach anderen Anhaltspunkten, um wo möglich zu einer Entscheidung über die Sectionsangehörigkeit zu kommen, so lässt sich vielleicht das Auftreten der Spicularzellen und der durchsichtigen Strichelchen hiefür verwerthen. Spicularzellen fehlen der C. Breynia, kommen dagegen der C. longifolia zu, ebenso wie den bisher in der Section Quadrella vereinigten Arten C. isthmensis, C. jamaicensis und C. odoratissima (incl. C. intermedia K.), und ebenso verhält es sich mit den durchsichtigen Strichelchen, nur dass diese bei C. longifolia, was mit der geringen Flächenentwicklung ihrer Blätter zusammenhängen mag, nicht zahlreich und schwerer (meist erst nach dem Anschneiden des Blattes) wahrzunehmen sind.

---

henden Zellen meist nicht bis an den Rand, die den Rand bildenden nicht bis zum Centrum reichen, und die letzteren so zu sagen eine Umrahmung der für sich selbst schon zu einem Schülferchen vereinigten ersteren Zellen bilden. Bei Durio sind dabei, wie gewöhnlich bei Capparis, die in der Knospenlage conduplicaten Blätter oberseits kahl; bei Croton dagegen bei gleicher Knospenlage mit Sternhaaren besetzt, wie bei Capparis Breynia; bei Elaeagnus endlich ist die Knospenlage subinvolut und auch die Oberseite mit Schülferchen besetzt.

Für manche Capparideen sind weiter schon an den Schülferchen Artunterschiede zu erkennen. So bestehen die von Capparis odoratissima aus sehr schmalen, englumigen Zellen und das obere Schüppchen (am deutlichsten an den derberen Schülferchen der Kelch- und Blumenblätter zu sehen) stellt ein mehr kreisförmiges oder stumpflappiges Plättchen dar. Bei Capparis jamaicensis dagegen sind die Zellen der Hauptschuppe breiter und weiter. und das Nebenschüppchen ist mehr oder minder sternförmig, mit ausgezacktem Rande. Bei Capparis Breynia ferner kommen zwischen den Schülferchen und den dieser Art noch weiter eigenen, büschelig-sternförmigen Haaren Uebergänge vor, an denen die Zellen der oberen Schüppchen immer stärker und freier hervortreten, bis sie endlich in die aufwärts gerichteten Strahlen der Sternhaare selbst umgebildet erscheinen.

Demgemäss dürfte der Anschauung von De Candolle wieder Raum zu geben und C. longifolia in die Section Quadrella einzustellen sein.

Dort aber scheint sie der C. jamaicensis sich näher als einer der anderen Arten anzuschliessen, und bei dem Formenreichthum dieser Art erscheint es, wie schon gesagt, nicht unwahrscheinlich, dass sie überhaupt nur eine extreme Form derselben bilde. Ja auch der Gedanke ist nicht von der Hand zu weisen, dass in ihr bloss „frühzeitige, sterile Schösslinge", wie Grisebach nach Macfadyen angibt, aber nicht „von C. cynophallophora" wie es a. a. O. heisst, sondern eben von C. jamaicensis zu sehen wären. Das von Bentham (Flor. Austr. I, 1863, p. 93) erwähnte Auftreten solcher Schösslinge mit schmalen, in ihrer Gestalt von denen der blüthentragenden Zweige bis zur Unerkennbarkeit abweichenden Blättern bei australischen Arten würde ein Seitenstück hiezu bilden. Die schon erwähnte Darstellung von Plukenet, „Salix folliculifera" etc. p. 328, tab. 327, fig. 6 (deren Citat bei P. Browne unter Breynia n. 2 dann nicht so sehr, als es auf den ersten Blick scheint, am unrechten Platze wäre), steht dieser Annahme nicht entgegen, da in der betreffenden Figur Frucht und Zweig nicht, wie für C. cynophallophora, tab. 172, fig. 4, in directer Verbindung stehen. Doch ist eine eigentliche Stütze für diese Annahme nicht darin enthalten. Denn auch in den Figuren 1 und 2 der Tafel 221, welche auf die beiden anderen, p. 328 als Salix folliculifera etc. noch bezeichneten Pflanzen, d. i. wohl auf C. jamaicensis Jacq. und C. Breynia Jacq. zu beziehen sind (wie für die erstere schon P. Browne angedeutet hat, s. oben p. 162), ist Frucht und Zweig getrennt dargestellt.

---

Der unter C. longifolia Sw. im Vorausgehenden erwähnten Pflanze von Ehrenberg mit linear-lanzettlichen

Blättern und der auf die gleiche Art beziehbaren Abbildung von Plukenet, tab. 327, fig. 6, entspricht der Blattgestalt nach in sehr vollständiger Weise noch eine andere Capparis-Art, welche aber der Structur ihrer Blätter gemäss mit C. longifolia nicht wohl in Verbindung gebracht werden kann.

Es ist das eine im Münchener botanischen Garten in Cultur stehende Pflanze, welche vielleicht den durch Uebertragung von C. longifolia Sw. in die Section Quadrella in der Section Breyniastrum frei gewordenen Platz neben C. Breynia, die ausserdem für sich allein diese Section zu bilden hätte, auszufüllen geeignet ist.

Leider ist von derselben weder Blüthe, noch Frucht, noch auch nur das Vaterland bekannt.

Ich verkenne nicht das Missliche, einer derartigen Pflanze im Systeme einen bestimmten Platz anweisen zu wollen. Wenn ich es dennoch versuche, so geschieht es, um in ihr so zu sagen einen Prüfstein für die anatomische Methode hinzustellen.

Sie ist strauchartig und in ihrem Wuchse, wie in der Gestalt der Blätter einem Oleander ähnlich, wesshalb sie den Namen C. neriifolia führen mag.

Sie muss, wenn es richtig ist, dass nur in den Sectionen Quadrella und Breyniastrum Arten mit lepidoten Blättern (und ohne Nebenblättchen) vorkommen (s. d. Uebersicht der americanischen Arten von Eichler l. c.), einer dieser Sectionen angehören und somit, wie auch das Fehlen der den gerontogeen und australischen Arten wenigstens gewöhnlich zukommenden Stipulardornen schon vermuthen lässt, eine americanische Art sein (vielleicht durch Karwinski aus Mexico in den Münchener Garten gekommen) — vorausgesetzt natürlich, dass sie wirklich eine Capparis sei. Dafür aber bürgt einerseits schon die grosse Ueberein-

stimmung in ihrem ganzen äusseren Verhalten mit den Arten der genannten beiden Sectionen, einschliesslich einer ganz ähnlichen Verdoppelung ihrer Schülferchen, besonders der grösseren, oberflächlicher gelegenen mit gelbem Mittelfelde, wie sie vorhin eben für diese Arten besprochen wurde, hier durch eine obere Lage von meist 8 Zellen bewirkt, von denen bald nur eine, bald mehrere zu einem stärker vorstehenden und nicht selten in die Höhe gerichteten Strahle ausgebildet sind. Andererseits bürgt dafür auch der stechende Geschmack der frischen Pflanzentheile, wie ihn bei der Charakterisirung seiner dritten Breynia („Mustard-shrub"), d. i. der C. Breynia Jacq., Browne nach dem oben (p. 163) Angeführten sehr treffend als ein Kennzeichen für die meisten Pflanzen aus dem Verwandtschaftskreise von Capparis („the mustard tribe") hervorgehoben hat.

Von den Arten der Section Quadrella (mit Einschluss von C. longifolia Sw.) unterscheidet sich C. neriifolia durch das Fehlen von Spicularzellen, von durchsichtigen Strichelchen (am trockenen Blatte) und von Krystallen in den Epidermiszellen, von denen die der oberen Blattseite geradlinig begrenzt und glatt sind, während die der Unterseite eine ähnliche wellige Streifung zeigen, wie bei C. jamaicensis Jacq. (s. oben p. 136) und den übrigen Arten der Section Quadrella (C. isthmensis, odoratissima, longifolia).

Von der allein noch vorhandenen Art der Section Breyniastrum, von C. Breynia Jacq., welche durch den Mangel von Spicularzellen und von durchsichtigen Strichelchen mit ihr übereinstimmt, ist die Pflanze ausser durch die krystallfreie Epidermis auffallend verschieden durch das Fehlen der schon von Vesque (l. c. p. 111, tab. 2, fig. 10) hervorgehobenen, die Spaltöffnungen bergenden und mit Büschelhaaren besetzten Grübchen der Blattunterseite und durch das Fehlen von Sternhaaren an der Blatt-

oberseite. Ausserdem ist die Cuticula der Blattunterseite bei C. Breynia glatt.

Die Pflanze kann sonach nicht zu einer der von Eichler aufgeführten lepidoten Arten gehören[1]).

Aber auch der Versuch, sie nach den Angaben von Vesque bei irgend einer Art unterzubringen, führt zu keinem Resultate.

Vesque führt, abgesehen von den eben in Vergleich gezogenen Arten, welche nach Eichler für sich allein die Sectionen Quadrella und Breyniastrum bilden, und mit deren einer, wie oben (p. 137) gezeigt, wohl die von Vesque als C. anceps Shuttlew. bezeichnete Pflanze zusammenfällt, während zwei davon, C. isthmensis und C. longifolia, bei Vesque übergangen sind, das Vorkommen von Schülferchen („poils en écusson") noch für 4 Arten an, deren Bezeichnung aber ausser für die zunächst zu nennende, erst noch weiterer Aufklärung bedarf. Es sind das: 1) C. angustifolia Kunth, Exemplar von Bonpland, p. 113; 2) „C. jamaicensis Jacq." aus den Antillen, p. 118, von deren Verhältniss zu der echten C. jamaicensis Jacq. schon oben (p. 138 f.) die Rede war; 3) „C. oxysepala?" aus Nicaragua von Wright, p. 120, und 4) eine p. 53 genannte, später aber nicht mehr aufgeführte „C. salicifolia", welchen Namen ich in der Literatur vergeblich gesucht habe, und bei welchem man wohl ebenso wenig an C. saligna Vahl, wie an Boscia salicifolia Oliv. denken darf, weil keine dieser Pflanzen Lepides besitzt.

Diese letztgenannte Pflanze kann also überhaupt nicht weiter in Betracht gezogen werden.

1) Für Capparis furfuracea R. & P. in Hb. Lamb. ed. DC. in Prodr. I, p. 252, aus Mexico, bei welcher ihrem Namen nach auch Lepides vermuthet werden möchten, wird ein Indumentum velutinum angegeben, was schon Eichler (Fl. Bras. l. c. p. 287) veranlasst hat, dieselbe aus der Section Quadrella auszuschliessen.

Die unter 3) aufgeführte Pflanze weicht durch eine krystallführende Epidermis ab. Sie gehört zweifellos nicht zu C. oxysepala Wright, die mir in einem Originale aus dem Herb. Grisebach vorliegt[1]). Nur schüchtern wagt

---

1) Capparis oxysepala C. Wright, n. 2, Nicaragua, Herb. of the U. S. North Pacific Exploring Expedition under Commanders Ringgold and Rogers, 1853—56, welche in der schon oben (p. 133, Anmerk.) erwähnten Biologia centrali-americana von Hemsley, wie die C. isthmensis Eichl., übergangen ist, scheint des näheren noch nicht publicirt zu sein, wenn man auch die Vertheilung des genannten Herbares, das zwar geschriebene Namen, aber doch auf gedruckten Zetteln enthält, nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln noch als eine die Priorität des Namens begründende Veröffentlichung ansehen kann.

Es liegt derselben im Herb. Grisebach eine kurze Charakteristik (wahrscheinlich von Wright's Hand bei), welche hier mitgetheilt sein mag: „C. o., foliis obovalibus utrinque obtusis vel apice emarginatis nervosis reticulatisque breve petiolatis; pedunculis axillaribus terminalibusve foliis longioribus subaequalibusve; floribus racemosis, sepalis triangularibus acuminatis, petalis ovalibus".

„Omotepec in woods. A small spreading tree. Flowers light green. Stamens white".

Grisebach hat sie auf der Etiquette als „affinis C. avicennifoliae K., sed glabra" bezeichnet und die beiliegende Beschreibung mit der Bemerkung „Cynophalla" überschrieben.

Keine dieser Angaben über die Verwandtschaft der Pflanze scheint richtig zu sein. Der ersteren steht entgegen, dass die Pflanze kleine Nebenblättchen besitzt; der letzteren die offene Knospenlage des kleinblättrigen Kelches, welcher mehrfach kürzer ist als die Blumenblätter der ihrer Entfaltung nahe stehenden Knospe.

Die Pflanze gehört wohl unzweifelhaft in die Section Capparidastrum. Die von Eichler für diese Section angegebenen, stehen bleibenden Nebenblättchen der hinfälligen Bracteen fehlen zwar, die Bracteen aber sind vorhanden. Die Angabe „indumentum omnino simplex, saepius nullum" für die Section trifft zu.

Der Torus ist ähnlich, wie bei C. avicennifolia (Sect. Beautempsia), in 4 blattartige Schuppen ausgebildet, welche über den Kelchblättern stehen und diesen an Länge gleich kommen; er erhebt sich über den Insertionsstellen der Blumenblätter in eine kurze, oben

sich die Frage hervor, ob nicht eine andere, gleichfalls in dem Herb. Grisebach befindliche Capparis-Art derselben Sammlung aus Nicaragua vielleicht in Folge einer Etiquettenverwechselung hier untergelaufen sei, nämlich C. Breynia Jacq. Die Schülferchen, die krystallführende Epidermis, der Mangel einer Angabe über etwaige Spicularzellen liessen sich mit dieser Annahme vereinigen; doch müssten dann die charakteristischen Grübchen der Blattunterseite übersehen worden sein.

Die unter 2) erwähnte Pflanze weicht durch das Vorhandensein von Spicularzellen ab.

Die unter 1) genannte Art endlich ist durch das Auftreten eines aus zwei bis drei Lagen tafelförmiger Zellen gebildeten Hypoderms verschieden.

Zugleich scheint es sich bei dieser Pflanze mehr um eine Uebergangsform von Sternhaaren zu Schülferchen, als um letztere selbst zu handeln, nach den Worten Vesque's: „. . . tête composée de cellules . . . étalées dans un plan horizontal, libres sur la plus grande partie de leur longueur."

Es ist nun allerdings, wie Elaeagans hortensis Marsch. Bieb. in der var. orientalis Schlecht. in De Cand. Prodr. XIV, p. 609 (E. tomentosus Moench) zeigt, nicht ausgeschlossen, dass bei einer mit Schülferchen bekleideten Pflanze dieses Indument mehr oder weniger durch Sternhaare ersetzt werde, und ebenso wohl auch umgekehrt. Aber dann sind die beiderlei Haarformen wohl doch auch an der Hauptform schon neben einander zu finden, wie in dem angeführten Beispiele und wie unter den Capparis-Arten etwa bei C. Breynia Jacq. Darnach erscheint es mir wenig wahrscheinlich, dass C. neriifolia, welche mit keiner der lepidoten Arten übereinstimmt, etwa eine abnorme

---

knopfig erweiterte Säule, von deren Endigung die Staubgefässe ihren Ursprung nehmen. Der Fruchtknoten ist einfächerig.

Culturform irgend einer der nach den bisherigen Angaben bloss mit Sternhaaren versehenen Arten sei. Ebensowenig möchte ich annehmen, dass ihr durch die Cultur etwa die Spicularzellen oder die Krystalle in der Epidermis verloren gegangen seien.

Die Pflanze scheint also wohl eine besondere Art zu sein und mag im Folgenden in das System eingereiht und kurz charakterisirt sein. Hoffentlich wird es gelingen, sie in dem hiesigen Garten über kurz oder lang zum Blühen zu bringen.

---

Ich fasse zum Schlusse für die hier betrachteten Arten aus den Sectionen Quadrella und Breyniastrum, in welch' letzterer mir die neue Art, C. neriifolia, vorläufig am ehesten einen Platz beanspruchen zu können scheint, die unterscheidenden Merkmale, besonders die anatomischen, kurz zusammen und füge die nöthigen Angaben über die geographische Verbreitung, sowie von Synonymen und Literaturstellen namentlich die im Vorhergehenden berührten und nach Bedürfniss und Möglichkeit in klareres Licht gestellten bei. Zur leichteren Orientirung weise ich hier auch in der Literatur durch „!" auf die von mir selbst gesehenen Materialien hin.

I. Sectio Quadrella. Sepala 1-seriata, ampla, aestivatione valvata; disci processus liguliformes; bacca siliquiformis, ramuli lepidoti; folia vernatione duplicativa, subtus lepidibus plerumque squamula centro insidente auctis induta, supra glaberrima, cellulis sclerenchymaticis, quas dicunt „spiculares", a pagina superiore versus inferiorem percursa, sicca diaphragmatis rupturis plus minus crebre pellucide lineolata, epidermide gypsi crystallis foeta, paginae inferioris stomatophora undulato-striata; stipulae nullae.

1. Capparis isthmensis Eichl. (Flor. Bras. XIII, 1, 1865, p. 269!): Folia oblonga, modo longius, modo brevissime

acuminata, subcoriacea, pallide viridia, supra opaca, cuticula subtiliter granulata, attamen tactu laevia; cellulae spiculares minus crassae, geniculato-flexuosae, a pagina folii superiore usque ad inferiorem protrusae, dein ramificatae, ramis epidermidi inferiori applicitis; lineolae pellucidae rariores; alabastra ovoideo-pyramidalia, quadriquetra, acuminata, maxima, 1,5 cm longa, 0,8 cm lata; sepala extus lepidota, intus pilis fasciculato-stellatis tomentosa; petala extus ad lineam medianam lepidota, caeterum glabra; torus conicus; stamina petalis pluries longiora, inferne fasciculato-pilosa, basi incrassata, cc. 50; bacca longissima, moniliformi-torulosa, lepidota, stipite elongato glabro nec nisi ima basi fasciculato-piloso.

In America centrali: C. Hoffmann n. 755! (Costarica, Aguacate, fruct.; Hb. Berol.); Warszewicz n. 217! (Costarica et Veraguas, flor.; specim. fol. brev. acumin.; Hb. Ber.).

2. Capparis jamaicensis Jacq. (Amer., 1763, p. 160, tab. 101; Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1135; Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18!, excl. exclud.; Eichler l. c. p. 270!, emend. obs. de Breynia n. 1 P. Browne. — Breynia n. 1 P. Browne Jam., 1756, p. 246, tab. 27, fig. 1, excl. syn. „Pluk. tab. 172, fig. 4", incl. vero „tab. 221, fig. 1". — Breynia n. 2 P. Browne ibid. p. 246, excl. syn. „Pluk. tab. 327, fig. 6" ad. C. longifoliam Sw. spect. — Capparis siliquosa L. Sp. Pl. Ed. II, 1762, p. 721 excl. syn. „Pluk. tab. 327, fig. 6" ad. C. longifol. Sw. spect. — Capparis torulosa Sw. Prodr., 1788, p. 81; Sw. Observ., 1791, p. 211; Sw. Fl. Ind. occ. II, 1800, p. 932! – Capparis Breynia Sw., non alior., Observ. 1791, p. 210! — Capparis Breynia var. = C. siliquosa L. excl. syn. Pluk. Sw. ibid. p. 211. — Capparis Breynia Herb. Juss. ed. Triana & Planch. in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 86. — Capparis ferruginea, non L., Willd. Herb., nec. Sp. nisi quoad specimina indicata sicca, n. 10047, partim, nempe quoad plagulam 2, specimen ab Isert in St. Cruz lect.! — Capparis

intermedia, non Kunth, Sieber Flor. Trinit. n. 97!, circa ann. 1825 edit.; Eichler in Flor. Bras. XIII, 1, 1865, p. 270, quoad plant. Sieberian.! — Capparis emarginata A. Rich. Flor. Cub., 1845, p. 78, tab. 9. — Capparis anceps Shuttl. ed. Vesque in Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, 1882, p. 116): Folia plerumque subovalia (cf. formas 1—6) coriacea, siccitate flavescentia, supra nitida, laevia, attamen nervis lateralibus interdum prominulis; cellulae spiculares crassae, breviusculae, raro epidermidem inferiorem attingentes; lineolae pellucidae plerumque creberrimae; alabastra ovata, quadriquetra vel denique tumida, acuta, mediocria, 7—9 mm longa, 5—6 mm lata; sepala extus lepidota, intus pilis fasciculato-stellatis tomentosa; petala extus praeter marginem lepidota, intus glabra; torus conicus; stamina petalis pluries longiora, inferne fasciculato-pilosa, basi incrassata, cc. 30—40; bacca longa, nunc torosa, nunc cylindrica, lepidota, stipite elongato glabro; embryo oleosus, nec vero amylo carens, cf. supra p. 88.

Formas discernere licet sequentes:

Forma 1. emarginata (Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18!): Folia ovali-oblonga, apice emarginata.

Forma 2. siliquosa (Griseb. l. c.!): Folia ovali-lanceolata, utrinque acuta.

Forma 3. obovata: Folia obovata, basi subcuneata.

Forma 4. ovata: Folia ovata. apice acuta.

Forma 5. sublanceolata: Folia oblongo-lanceolata, utrinque acuta.

(Forma 6. longifolia? Cf. speciem sequentem.)

In insulis antillanis nec non in Florida: Forma 1: Browne (fid. ic. cit., Jamaica); Jacquin (fid. ic. cit., Jamaica); Ramon de la Sagra (fid. ic. cit. Fl. Cub., Cuba. 1823—35); Moritz n. 51! 192! (Portorico, St. Thomas; Hb. Ber.); Macfadyen? n. 42! (Jamaica? Barbados?; forma carpophoro brevi, 1 cm vix excedente, cf. supra p. 159; Hb. Griseb.); Cabanis! (Florida; Hb. Ber.); R. C. Alexander!

(Jamaica, m. Maj. 1850, flor.; Hb. Griseb.); C. Wright n. 1870! (Cuba, 1860—64; Hb. Griseb.); Curtiss n. 204! (Florida; Hb. Ber., Monac.). — Forma 2: Browne (fid. descr. cit. n. 2, Jamaica); Swartz! (Jamaica; specim. florig. „C. Breynia" inscr. et specim. sterile ad. C. torulos. recensend.; Hb. Monac.); Lect. ignot.! (St. Thomas; ex Mus. Par. c. Kunth comm. ao. 1820, Hb. Ber.); Princeps Paul de Würtemberg n. 303! (S. Domingo, ad littora maris prope Miragoane m. Jun. flor., m. Dec. fruct.; Hb. Monac.); Wullschlaegel n. 16! (Antigua, Gracebay, ao. 1849; Hb. Griseb., Monac.); Duchassaing! (Guadeloupe; Hb. Griseb.); March n. 1528! (Jamaica; Hb. Griseb.). — Forma 3: Isert! (Santa Cruz; Hb. Willd. n. 10047, plag. 2, sub nom. „C. ferruginea"); Humb. & Bonpl.?! (c. cit. „Browne tab. 27, f. 1", ex Hb. Bonpl. c. Kunth comm., Herb. Ber.; cf. supra p. 153); C. Ehrenberg n. 267! (St. Thomas; Hb. Ber.); Mayerhoff! (S. Domingo, ao. 1859; Hb. Ber.). — Forma 4: C. Ehrenberg! (S. Domingo, Hb. Ber.); R. C. Alexander! (Jamaica; Hb. Griseb.). — Forma 5: Coll. Sieber n. 97! (Trinidad, „C. intermedia"; Hb. Ber., Monac.). — (Forma 6?: Cf. speciem seq.). — Accedunt specimina nonnulla a Griseb. l. c. enumerata, mihi ignota.

3. Capparis longifolia Sw. (Prodr., 1788, p. 81; Observ., 1791, p. 211; Flor. Ind. occ. II, 1800, p. 934 c. syn. „Pluk. p. 328, planta 13, tab. 327, f. 6"; DC. Prodr. I, 1824, p. 253; Eichler l. c. p. 271!, in sectione „Breyniastrum". — Capparis cynophallophora L. var. saligna Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18, quoad syn. Swartz.): Folia lineari-lanceolata vel linearia, sicca minus insigniter pellucide lineolata, caeterum ut in C. jamaicensi; flores fructusque ignoti.

In insulis antillanis: Collector ignotus (Barbados, t. Plukenet); Swartz (Jamaica); Wullschlaegel n. 17! (Antigua, foliis linearibus; Hb. Monac.); C. Ehrenberg n. 267!

(St. Thomas, foliis linearibus nec non lineari-lanceolatis; Herb. Ber.).

Obs. Anne forma, anne rami steriles tantum Capparidis jamaicensis Jacq.?

4. Capparis odoratissima Jacq. (Hort. Schoenbrunn. I, 1797, p. 57, tab. 110; Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1135, Hb. Willd. n. 10048!; DC. Prodr. I, 1824, p. 251; Triana & Planch. in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 85, excl. solummodo syn. „C. Breynia Sw." ad C. jamaic. recensend.; Eichler l. c. p. 270!; Hemsley in Biolog. Centr.-Amer., Bot. I, 1879—81, p. 44; Vesque l. c. p. 112! — Capparis ferruginea, non „L.", Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1135 et 1136 in obs. ad C. odor., solummodo quoad specimina indicata sicca, Herb. Willd. n. 10047, partim, nempe plagula 1, specimina a Humb. et Bonpl. ad Cumana lecta, coll. n. 39, fructig., et 38 partim, sine fl. et fruct.! — Capparis Breynia, non „Sw." nec Jacq., Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 97, excl. syn. „C. Breynia Sw." ad C. jamaic. recens., specimen florig. a Humb. et Bonpl. ad Cumana lect., in Mus. Par. servat. t. Tr. & Pl. l. c. p. 84. — Capparis intermedia, non Sieb. etc., Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 98, specim. fructig. a Humb. et Bonpl. ad Cumana lect., in Mus. Par. servat., coll. n. 39!; DC. Prodr. I, 1824, p. 252!; Eichler l. c. p. 270!, partim. — Capparis olivaeformis DC. mss. ed. Kunth l. c.! — Capparis torulosa, non „Sw.", cfr. C. jamaic. J., Griseb. „forma siliqua brevissime stipitata" in Novit. Flor. Panam., Bonplandia VI, 1858, p. 2, specimen a Duchassaing lect., in Hb. Griseb. servat.! — Capparis jamaicensis, non Jacq., Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 18, quoad syn. „C. intermedia Kunth" et patriae indication. „Venezuela" syn. illud nec non coll. Fendler n. 2274 fid. Hb. Griseb. spect.!): Folia ovali-oblonga, coriacea, siccitate glauco-viridia vel fusco-flavescentia, supra nitida, laevissima; lepides e cellulis angusti-

oribus exstructae, squamula accessoria quam in aliis speciebus magis rotundata auctae; cellulae spiculares crebrae, graciliores, per totum diachyma protrusae, deorsum aliae et aliae convergentes, epidermidem inferiorem plerumque attingentes (cf. Vesque, Ann. Scienc. nat., s. 6, t. XIII, tab. 2, fig. 13, c); lineolae pellucidae plerumque sat crebrae; alabastra subglobosa, minora, diametro 4 mm; sepala extus lepidibus validioribus quasi loricata, intus tomentella; petala extus praeter marginem lepidota, intus glabra; torus in columnam brevem apice dilatato staminigeram elevatus; stamina petalis vix longiora, basi clavata pilosa, cc. 30; bacca brevior, subcylindrica vel torulosa, lepidota, basi saepius angustata, in stipitem brevissimum vel vix ullum lepidotum continuata.

In Americae meridionalis ora caribaea usque ad isthmum Panamensem, nec non in insula adjacente Trinidad: Jacquin? (Caracas, culta in Hort. Vindob., m. Mart. et April. flor.); idem? (Herb. Willd. n. 10048! specimen cultum? sine fl. et fruct.); Humb. et Bonpl.! (Cumana, m. Sept., florig. „C. Breynia K.“; fructig. coll. n. 39! „C. intermedia K.“ et „C. ferrug.“ Hb. Willd. n. 10047, plag. 1 nec non Hb. Kunth. adjectis specimin. steril. coll. n. 38 partim!); Moritz n. 481! (Columbia, La Guayra; Hb. Ber.); E. Otto n. 540! (Venezuela, m. Febr. 1840, flor.; Hb. Ber.); Karsten! (Columbia; Hb. Ber.); Duchassaing! (Panama, ao. 1850; Hb. Griseb. „C. torulos. var.“); Gollmer! (Caracas, m. Maj. 1853, flor.; Hb. Ber.); Fendler n. 2274! (prope coloniam Tovar, ao. 1853—54; Hb. Griseb. „C. jamaic.“); Crüger n. 303! (Trinidad, Chacachacau, si recte lego, m. Oct. 1861, flor.; Hb. Griseb. „C. jamaic.“). Accedunt specimina nonnulla a Tr. & Planch. nec non a Hemsley ll. cc. enumerata, mihi ignota, praesertim centrali-americana: Friedrichsthal (Guatemala); Endres n. 222 (Costarica); Sutton-Hayes n. 685 (Panama, Taboga).

II. Sectio Breyniastrum. Sepala 1-seriata, minuta,

aestivatione aperta; disci processus liguliformes; bacca siliquiformis; ramuli lepidoti; folia vernatione duplicativa, subtus lepidibus plerumque squamula centro insidente auctis induta, insuper in una specie pilis fasciculato-stellatis supra subtusque obsita, nullis nec cellulis spicularibus nec lineolis pellucidis instructa, epidermide singulis speciebus diversa; stipulae nullae.

1? Capparis neriifolia m.: Folia anguste lanceolata, acutissima, margine subrevoluta, subcoriacea, saturate viridia, exsiccata flavescenti-viridia, supra glaberrima, nitidula, venis prominulis reticulata rugulosaque nec laevia, attamen cuticula laevi, subtus lepidota, cryptis nullis instructa, epidermide non crystallophora, inferiore stomatophora undulato-striata; flores fructusque ignoti.

Patria ignota (Mexico?). Culta in Horto Monacensi!

Obs. Species dubiae sedis, quasi intermedia inter praecedentes et sequentem.

2. Capparis Breynia Jacq. (Amer., 1763, p. 161, tab. 103; Linn. Sp. Ed. II, Vol. 1, p. 271, partim, ao. 1762, cf. supra p. 162 in annot.; Willd. Sp. Pl. II, 1799, p. 1138, partim, Hb. Willd. n. 10062!; DC. Prodr. I, 1824, p. 252, partim; Triana et Planchon in Ann. Scienc. nat., s. 4, t. XVII, 1862, p. 80; Eichler l. c. p. 271!, emend. obs. de Breynia n. 3 P. Browne; non Sw., cfr. C. jamaic., nec Kunth, cfr. C. odor. — Breynia n. 3 P. Browne Jam., 1756, p. 246, tab. 27, fig. 2. — Capparis amygdalina Lam. Encycl. I, 1783, p. 608 excl. exclud.; Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 96!; DC. Prodr. I, 1824, p. 250 emend. obs. de syn. Jacq., c. var. β. umbellata a Humb. et Bonpl. lecta!; Griseb. Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859, p. 17; Hemsley in Biologia Centr.-Amer., Bot. I, 1879—81, p. 43. — Capparis barcellonensis Kunth Nov. Gen. et Sp. V, 1821, p. 97! — Capparis ferruginea, non L., Sieb. Flor. Martinic. n. 139! ann. 1822 edit. — ?Capparis intermedia, non Kunth, Eichler l. c. p. 270, quoad specimen Perottetianum,

cf. supra p. 155 sq. — ? Capparis Lindeniana, cf. Vesque in Ann. Sc. n., s. 6, t. XIII, 1882, p. 111 in syn. — ? Capparis oxysepala, non Wright, Vesque l. c. p. 120, specimen Wrightianum, cf. supra p. 172 sq.): Folia sublanceolata, chartacea, siccitate livescentia, supra pilis fasciculato-stellatis induta, mox decalvata, nitidula, venis prominulis minus laevia, subtus lepidota nec non in cryptis stomatophoris pilis fasciculato-stellatis brevibus obsita, lepidibus ostiolum cryptarum angustatum obtegentibus (cf. Vesque l. c. tab. 2, fig. 10), epidermide utrinque laevi crystallophora; alabastra juvenilia sepalorum apicibus obtecta parva, 2 mm vix aequantia, denique petalis accretis 9—10 mm longa, 5 mm lata, ellipsoidea; sepala extus lepidota, intus tomentosa; petala extus pilis stellatis in lepides transeuntibus, intus pilis fasciculato-stellatis tomentosa; torus in columnam brevem apice dilatato staminigeram elevatus; stamina petalis plus duplo longiora, inferne dilatata et fasciculato-pilosa; bacca longa, lepidota, subcylindrica vel moniliformi-torulosa, stipite elongato lepidibus in pilos stellatos transeuntibus induto, denique plus minus glabrato.

In insulis antillanis et in Continente vicina Americae meridionalis centralisque nec non in Mexico: Browne (fid. ic. cit., Jamaica); Jacquin (fid. ic. cit., in Caribaeis et in Continente vicina); Humb. et Bonpl.! (Cumana, m. Sept. florig. „C. amygd.“, „var. β. umbell. DC.“! Hb. Kunth, resp. Berol.; n. 38 partim, Nova-Barcellona, m. Sept., flor., „C. barcellon. K.“! Hb. Kunth, Hb. Par., „C. Breynia“ Hb. Willd. n. 10062, plag. 2!) Humb. et Bonpl.! (Campeche, fruct.; Hb. Kunth); Collector ignotus! (Portorico; ao. 1820 ex Mus. Par. c. Kunth comm.); coll. Sieber n. 139! (Martinica, „C. ferrug.“; Hb. Ber., Monac.); Billberg! (Carthagena de Columbia; Hb. Ber.); C. Ehrenberg n. 266! (St. Thomas; Hb. Ber.); Wullschlaegel n. 15! (Antigua; Hb. Griseb., Monac.); Duchassaing! (Guadeloupe; Hb. Griseb.);

Gollmer! (Caracas m. Maj. 1853, flor.; Hb. Ber.); Fendler n. 2273! (prope coloniam Tovar, 1854—55, 1856—57; Hb. Griseb.); C. Wright! (Nicaragua, 1853—56, U. S. North. Pacif. Expl. Exped.; Hb. Griseb.); Hahn n. 809! (Martinica, 1866—67; Hb. Ber.) Culta in Hort. Berol.! (Hb. Willd. n. 10062, plag. 1). Accedunt specimina nonnulla a Griseb., Tr. & Planch., Hemsley et Vesque ll. cc. enumerata, mihi ignota, unum in America aequatoriali lectum a de Grosourdy (cf. Vesque), reliqua praesertim mexicana: Galeotti n. 7196; Liebmann (Oaxaca); Linden n. 999 (Campeche).

Herr Rüdinger legt eine Abhandlung Sr. Kgl. Hoheit des Prinzen Ludwig Ferdinand von Bayern vor:

„Ueber Endorgane der sensiblen Nerven in der Zunge der Spechte".

(Mit 2 Tafeln).

Die sensiblen Nerven der Zunge des Buntspechtes sind so reich mit terminalen Endapparaten, den sog. Pacini'schen oder Vater'schen Körperchen besetzt, dass hiedurch die Orientirungsfähigkeit der Zunge dieses Thieres einen sehr hohen Grad erreichen muss. Herbst hat schon in der Zunge vieler Vögel Pacini'sche Körper gesehen und Goujon, Key und Retzius haben dieselben in der Zunge des Papageis und der Ente wahrgenommen; allein eine so zahllose Menge dieser Gebilde auf engbegrenzter Stelle, wie sie in dem vorderen Zungenabschnitt von Picus major auftritt, ist bis jetzt nicht zur Beobachtung gelangt.

Die sagittalen Schnitte durch die Spechtzunge (Picus major, P. minor und P. viridis) lassen nämlich eine grosse Zahl dieser zierlichen Gebilde an den Enden der Nervenprimitivfasern erkennen, die, wie Fig. 5 zeigt, das ganze Gesichtsfeld, ohne grosse Zwischenräume übrig zu lassen, erfüllen.

Was zunächst die äussere Form der Zunge des Buntspechtes und die Art ihrer Bewegung anlangt, so bin ich in der Lage bezüglich des letzteren Punktes einige genaue Beobachtungen, welche gemeinsam mit Herrn Prof. Dr. Rü-

dinger an einem bis zu einem gewissen Grade zahmen Thiere gemacht werden konnten, mitzutheilen. Dass die Zunge der Spechte als tastender Apparat eine grosse Rolle bei der Aufsuchung und Aufnahme der Nahrung spielt, ist eine den Zoologen bekannte Thatsache und dieselbe konnte an dem erwähnten Thiere im Käfig leicht kontrolirt werden.

Wir fütterten das Thier, welches uns von Herrn stud. med. Barlow gütigst zur Verfügung gestellt wurde, häufig mit der Larve von Tenebrio molitor. Alle Mehlwürmer wurden dem Buntspecht mit der Hand dargereicht. Fasste man die lebende Larve zwischen Daumen und Zeigefinger und näherte dieselbe dem Gitter des Käfigs, so kam der Specht an der Latte der Käfigwand herangehüpft, berührte meist den einen und dann den anderen Finger blitzschnell mit der Zunge, und nahm entweder die ganze Larve oder, wenn diese fest fixirt wurde, das vorgehaltene Körperende mit dem Schnabel weg und holte dann mit der Zunge alle Eingeweide aus dem Körper der Larve hervor, wobei nur die Widerhaken derselben zur Wirkung kommen konnten.

Die Zunge stellt bei den Spechten ein ziemlich langes cylindrisches Gebilde mit zugespitztem vorderen Ende dar (sieh Fig. 1). Das letztere ist vorwiegend an den lateralen Rändern mit kleinen nach rückwärts gerichteten epithelialen Häkchen besetzt, welche ganz geeignet erscheinen, die Nahrung anzuhaken. Dass auch mittelst der Zungenspitze eine Anspiessung der Nahrungsmittel erfolgt, kann keinem Zweifel unterliegen; denn dieselbe ist in Folge eines mächtigen Epithelbeleges sehr fest und am äussersten Ende fein zugespitzt. Die Zungenwurzel bewegt sich in einer ziemlich langen gefalteten Schleimhautscheide, welche die Zunge bei ihrer Ruhelage eine Strecke weit verhüllt. Die Scheide verdickt sich an ihren oberen lateralen Rändern durch Anhäufung von Drüsen, welche mit ihren Ausführungsgängen an der freien Schleimhautfläche münden. Bei Picus viridis finde ich oben an

der Scheide noch einen besonderen scharf begrenzten Spalt, der sehr eng ist, eine horizontale Stellung über der Zunge einnimmt und von einer mächtigen Faserlage umgeben wird. Möglicherweise gewährt dieser Spalt der Zunge ein freieres Spiel bei ihren stempelförmigen Bewegungen. An der Aussenfläche der Zungenscheide befinden sich kleine stumpfspitzige Stacheln, unter welchen stark entwickelte Papillen, gedeckt von einem vielschichtigen Plattenepithel, auftreten. Es zeigt sich demnach nicht nur die Zungenoberfläche am mittleren und vorderen Abschnitt, sondern auch die Aussenseite der Scheide mit grossen Papillen reich besetzt.

## Die topographische Vertheilung der terminalen Endapparate in der Spechtzunge.

Der centrale Theil der Zunge besteht bei Picus major und bei P. viridis vorwiegend aus dem Os entoglossum mit seinen starken Muskeln, von welchen das grössere Paar bis in die Spitze gelangt (s. Fig. 2, 3 und 4). Das Basibranchiale ist mit dem Basihyale gelenkig verbunden und während das Basibranchiale bei Picus viridis aus zwei symmetrischen Abtheilungen besteht, wird das Basihyale, wie beim Buntspecht einfach und läuft in eine dünne Spitze aus. Das Os entoglossum bedingt in erster Reihe die Starrheit der Zunge, denn das äussere verdickte Epithel derselben kann nur eine widerstandsfähige Oberfläche zu Stande bringen, besonders an jenen Stellen, wo dasselbe eine bedeutende Mächtigkeit erlangt, wie an der hornartigen Zungenspitze.

Die Vater'schen Körperchen nehmen ihre Lage zwischen den erwähnten centralen Gebilden der Zunge und ihrer Schleimhaut. Die letztere ist durch eine lockere Bindegewebsschichte mit den unterliegenden Gebilden vereinigt und in derselben sind die terminalen Nervenendapparate eingebettet. Ihre Stellung ist eine vorwiegend sagittale d. h. ihre längsten Durchmesser entsprechen dem Längsdurchmesser der Zunge,

wesshalb man auch an den Querdurchschnitten der Zunge meistens die Querschnitte der Vater'schen Körper wahrnimmt (s. Fig. 4). Wie die Figur 5 zeigt, welche eine genaue Copie eines horizontalen Schnittes der Zunge darstellt, nehmen jedoch viele Vater'sche Körperchen mit ihren Längsachsen eine frontale und schiefe Stellung in der Zunge ein, so dass die mechanischen Einwirkungen, welche an beliebigen Stellen der Zungenoberfläche stattfinden, auf dem direktesten Weg nach den Endkolben der terminalen Nervenapparate fortgeleitet werden können. Trifft man auch in der Zone des Basibranchiale sowohl an der Oberfläche, als auch in der Tiefe dicht an den grossen Nervenstämmen Vater'sche Körper, so sind dieselben doch hauptsächlich concentrirt in der Zone des Basihyale, wo sie in der erwähnten Submucosa einen dichten Kranz darstellen und die mechanischen Einwirkungen von allen Stellen der Zungenoberfläche aufzunehmen im Stande sind. In der hinteren Zone der terminalen Körperchen treten dieselben auch in der Tiefe, sowohl dicht an den Nervenstämmen, als auch in einer mit Bindesubstanz erfüllten Furche des Os entoglossum auf (s. Fig. 5). Hier liegen sie demnach dem Knochen ganz nahe, während die Mehrzahl der in der Submucosa angebrachten der festen Unterlage entbehrt.

Was den feineren Bau dieser Gebilde betrifft, so stimmt derselbe in mehrfacher Beziehung mit den Körperchen, welche von Henle, Kölliker, Grandry, Axel Key, Retzius, Rauber, Merkel (Taf. XV Fig. 14) und Krause (Taf. I Fig. 2) beschrieben und abgebildet wurden, überein. Dagegen sind die Pacini'schen Körperchen im Mesenterium der Katze bezüglich ihres Baues wesentlich abweichend von den terminalen Endorganen in der Spechtzunge, wo ihr specifisches Verhalten in Grösse, Lage und Bau den Satz Merkel's bestätigt, welcher allgemein ausgedrückt heisst: Die Nervenendigungen sind verschieden gebaut nach der topographischen Lage und nicht

nach der funktionellen Aufgabe, die sie zu erfüllen haben.

Die Vater'schen Körperchen der Spechtzunge zeichnen sich alle aus durch ziemlich starke und complicirt angeordnete Kapseln und können daher nach den Anschauungen Krause's und Rauber's zu den empfindlicheren gerechnet werden. Nach der Beobachtung Merkel's sind alle tief liegenden Vater'schen Körperchen von mehr und stärkeren Kapseln umhüllt, als die oberflächlich angebrachten und die ersteren sollen daher feiner reagirende Gebilde sein.

Alle Körperchen, welche in der Spechtzunge vorkommen, haben eine längliche cylindrische Form mit einem von der Nervenfaser gebildeten Stiel und einem abgerundeten freien Ende (s. Fig. 6, 7 und 8). Ihre Beziehung zu den Nervenfasern bringt es mit sich, dass der Stiel gegen die Zungenwurzel, das abgerundete Ende entweder gegen die Oberfläche der Zunge oder nach der Zungenspitze gerichtet ist, so dass, wie oben schon angedeutet wurde, die einwirkenden adäquaten Reize die Nervenendkolben im Innern des Vater'schen Körpers direkt treffen.

Die Hülle der Vater'schen Körper besteht aus einer geschichteten Kapsel, welche von einem perilymphatischen Raum umgeben ist. Der Charakter derselben ist in den zwei Figuren (Fig. 7 und 8), welche, was ihre Grösse betrifft, die beiden Extreme darstellen, sehr gut zum Ausdruck gekommen. Man erkennt an ihnen ein System von aufeinander folgenden Hüllen, welche von kernehaltigen Fasern in doppelter Richtung durchsetzt sind. Die innersten Lamellen sind dünn, stark lichtbrechend und nur in der Nähe der centralen Zellengränzen von spindelförmigen Kernen, die entsprechend der Längsachse des Körpers angeordnet sind, durchsetzt (s. Fig. 6). Dann folgt nach aussen die von zahlreichen Fasern durchzogene Schichtung, welche den specifischen Charakter des Gebildes bedingt. In derselben

befinden sich Faserzüge von Kernen besetzt, welche den Vater'schen Körper vorwiegend ringförmig umkreisen. Die letzteren lassen sich an feinen Schnitten gut imbibirter Präparate sehr leicht darstellen. Gegen die freie Oberfläche tritt abermals eine etwas lichtere Zone auf, welche aussen durch eine ziemlich scharf begrenzte Lamelle ihren Abschluss findet. Der Vater'sche Körper steht folglich mit der Umgebung in keiner sehr innigen Verbindung und geht daher an feinen Schnitten sehr leicht verloren. Sehr häufig begegnet man hellen runden Räumen, aus welchen die Vater'schen Körperchen ausgefallen sind. Diese Beobachtung führte zu einer genaueren Prüfung der Beziehung dieser terminalen Gebilde zu ihrer Umgebung und an gelungenen Schnitten konnte konstatirt werden, dass der Raum, welcher aussen das Vater'sche Körperchen umgibt und gegen die Umgebung seine Abgrenzung findet, durch eine auf dem Querschnitt linear erscheinende Lamelle, die an ihrer Innenfläche von Kernen besetzt ist, seinen Abschluss findet (s. Fig. 10). Die Kerne der Membran zeigen einen gewissen Abstand von einander und gestatten wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit die Annahme, dass sie Endothelzellen angehören. Fällt die äusserste Umhüllungsmembran dem System der Lamellen des Vater'schen Körpers zu, so wäre der äusserste mit Flüssigkeit erfüllte Raum der grösste zwischen den Lamellen; stellt dieselbe aber in Zusammenhang mit der inneren Membran einen mit Endothel besetzten Sack dar, so darf die von ihr umschlossene Lücke als perilymphatischer Raum gedeutet werden.

Jedenfalls müssten, um diese Deutung zu begründen, die näheren Beziehungen dieses Raumes, der zuweilen mit einem feinen molekulären Niederschlag erfüllt ist, zu dem Stiel und der übrigen Umgebung eingehend geprüft werden. Von Interesse ist es, dass schon Herbst über die Lymphgefässe der Vater'schen Körper mehrere Angaben gemacht hat,

Nach diesem Autor liegt an jedem Körperchen, „wenigstens an einer, oft aber an beiden Seiten, ein ansehnliches Lymphgefäss, welches ziemlich genau mit ihm verbunden ist. Eins derselben tritt an den Stiel und nimmt einen aus dem Körperchen entspringenden kleinen Saugaderzweig auf". In ein Chylusgefäss sollen nach Herbst diese Saugadern nicht übergehen. Ob diese Lymphgefässe mit den auf dem Durchschnitt sichtbaren verhältnissmässig grossen perilymphatischen Räumen verwandt sind, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Vielleicht kann die Beantwortung der Frage über das Verhalten der Lymphbahnen in den Pacini'schen Körperchen auch Aufschluss geben bezüglich der nicht selten an ihnen vorkommenden ödematösen Anschwellungen.

In der Axe des Vater'schen Körpers befindet sich das Ende der zu ihm gelangenden Nervenprimitivfaser und da dasselbe in jüngster Zeit durch Krause, Merkel, Key, Retzius, Ranvier, Carriere und A. einer speciellen Prüfung unterzogen wurde, so will ich nur die wesentlichsten Punkte an den Vater'schen Körpern der Spechtzunge hervorheben. Bezüglich der centralen Gebilde des Vater'schen Körpers müssen die aus Zellen gebildete Scheide und der in dieser befindliche Axencylinder unterschieden werden.

Die beiden zu einer Scheide vereinigten Zellenreihen sind durch Key und Retzius bei verschiedenen Thieren richtig erkannt und gedeutet und von Carriere für die Körperchen am Schnabel der Ente bestätigt worden. Auch bei Picus major treten zwei regelmässig angeordnete Zellenreihen auf, welche in der Längsaxe des Vater'schen Körpers so gestellt sind, dass eine Scheide zur Aufnahme des Axencylinders zu Stande kömmt. Indem die halbmondförmig gestalteten Zellen an ihren Rändern sich berühren und in der Mitte, wo die Zelle am dicksten ist und ihren Kern trägt, von einander abstehen, bilden sie einen etwas abgeplatteten Hohlraum, in

welchem der Axencylinder der Nervenprimitivfaser Aufnahme findet. Was die Zellen anlangt, so wechselt ihre Zahl je nach der Grösse des Vater'schen Körpers zwischen 10—24 und mehr. Sie zeigen eine regelmässige Anordnung, scharfe Contouren und stehen als Halbmonde einander gegenüber (s. Fig. 9). Bei Einstellungen auf ihre Flächen deckt die eine Reihe die andere mehr oder weniger vollständig und erscheinen sie daher einreihig, während bei der seitlichen Betrachtung die beiden Glieder mit den cubischen Formen der Zellen in ziemlich strenger Regelmässigkeit in die Erscheinung treten. Auch am Stiel des Vater'schen Körpers sind in der Umgebung der eintretenden Nervenfaser Kerne angebracht, welche durch grösseren Abstand, durch Kleinheit und ihre plattgedrückte Form von den Zellen im Innern wesentlich abweichen (s. Fig. 6 und 7).

An dem freien Ende der aus den Zellen bestehenden Scheide sind im Innern des Vater'schen Körpers auch bei Picus major die von Carriere genau beschriebenen Deck- oder Schlusszellen, welche zu den übrigen eine Drehung um 90 Grad erfahren, vorhanden. Sie bilden die Kuppel über dem kolbig angeschwollenen Ende des Axencylinders und scheinen ebenso, wie alle übrigen Zellen nicht nur nach aussen, sondern auch nach innen gegen den Hohlraum durch eine selbständige Zellenmembran abgeschlossen zu sein und erlangen daher zu dem Axencylinder nur eine topographische Beziehung.

Der Axencylinder tritt, umgeben von einer dünnen Hülle, welche am Stiel mit Kernen besetzt ist, in die zellige Scheide ein und behält seine cylindrische Beschaffenheit bis zum Ende, wo er eine kolbige Anschwellung erfährt, bei. Eine histologische Beziehung des Axencylinders zu den Zellen der Scheide liess sich an den Vater'schen Körpern bei Picus major nicht nachweisen. Alle gelungenen Querschnitte der terminalen Körper, welche mit guten Immersions-

systemen geprüft wurden, liessen den Axencylinder als ein scharfbegrenztes Gebilde im Innern der Zellenscheide erkennen. Ob das an einzelnen Objekten wahrnehmbare punktirte Aussehen desselben von seiner fibrillären Beschaffenheit, welche durch Hrn. Prof. Kupffer vor kurzer Zeit festgestellt wurde, abhängig ist, müssen weitere Untersuchungen mit Hilfe der vervollkommneten Imbibitionsmethoden zur Entscheidung bringen, wobei auch die weiteren Fragen über die Lymphwege im Innern des Vater'schen Körpers und jene über die Beziehungen der Scheiden des Axencylinders zur übrigen Umgebung zur Erörterung gelangen mögen.

---

### Beschreibung der beiden Tafeln.

**Figur 1.** Zunge von Picus major von oben gesehen. Man erkennt an ihr die drei Abtheilungen: a) Der Introitus des Respirationsweges. b) Die Scheide, in welcher die Zunge ihre stempelförmigen Bewegungen ausführt. c) Der mittlere grösste Zungenabschnitt. d) Vorderer zu beiden Seiten mit Widerhaken besetzter Zungenabschnitt.

**Figur 2.** Querschnitt der Zunge von Picus major am hinteren Abschnitt. a) Os entoglossum. b) Die um das Os entoglossum herumliegende Muskulatur, welche aus mehreren Abtheilungen besteht. c) Lockere Bindesubstanz, welche zwischen den Muskeln und der festen ringförmigen Umhüllung (d) angebracht ist. e) Membrana mucosa mit Drüsen, einem mächtigen Epithel und feinen stachelförmigen Erhebungen.

**Figur 3.** Querschnitt der Zunge in der mittleren Region. a) Os entoglossum. b) Die Muskeln im Innern der Zunge. c) Lockere Bindesubstanz von Gefässen durchsetzt, besonders oben und medianwärts stark entwickelt. d) Schleimhaut mit den stachelförmigen Erhebungen. e) Dieselben stark ausgebildet am Zungenrücken.

**Figur 4.** Querschnitt der Zunge am vorderen Abschnitt. a) Os entoglossum. b) Nervenstämme von pigmentirter Bindesubstanz umgeben. c) Vater'sche Körperchen dicht an den Nervenstämmen d) und e). Die Mehrzahl der Vater'schen Körper ist in der Submukosa

angebracht und in schiefen oder Querdurchschnitten dargestellt; die dem Zungenrücken entsprechenden sind grösser, als die unteren und lateralen.

**Figur 5.** Horizontalschnitt der Zunge von Picus major. Die bedeutende Länge des Präparates machte es erforderlich, dass das mittlere Stück ausfällt. Der untere und der obere Abschnitt sind einem Zungenschnitt entnommen.

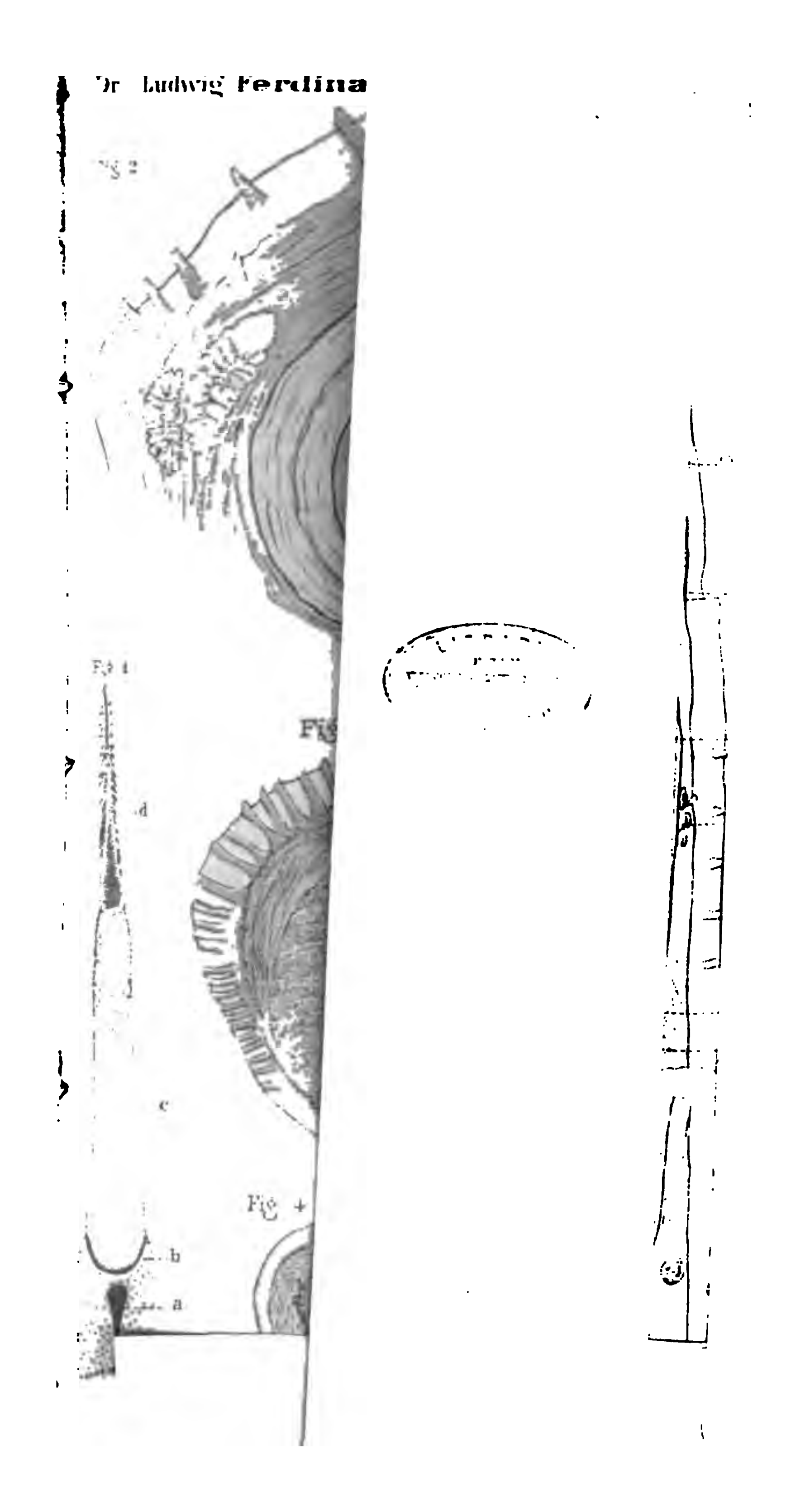
1. Basibranchiale. 2. Ebenso, dessen vorderer Abschnitt, welcher breiter werdend mit 3, dem Basihyale in gelenkige Verbindung tritt. 4. und 5. Die Längsmuskeln der Zunge in ihren Beziehungen zu den einzelnen Abschnitten des Zungenbeins dargestellt. 6. Die beiden Nervenstämme, welche in geringer Entfernung von einander neben dem Basibranchiale nach vorn gelangen. 7. Die Theilung der Nerven in dem vorderen Zungenabschnitt. 8. Vater'sche Körper dicht an den Nervenstämmen anliegend. 9. Vater'sche Körper an den Sehnen der Muskeln. 10 und 11. Die dicht gedrängte Gruppe der terminalen Endapparate.

**Figur 6.** Vater'sches Körperchen bei 184/1 Vergrösserung dargestellt. a) Nervenprimitivfaser. b) Axencylinder. c) Hülle mit Kernen an der in das Vater'sche Körperchen eingetretenen Nervenfaser. d) Zellenscheide. e) Kuppel aus den obersten gedrehten Zellen bestehend. f) Aeussere, g) mittlere und h) innere Schichte des Vater'schen Körpers.

**Figur 7 und 8.** Zwei verschieden grosse terminale Körperchen.

**Figur 9.** Querschnitt eines Vater'schen Körpers mit seinen Lamellen und kreisförmig angeordneten Fasern. Im Centrum zwei halbmondförmig gegen einandergestellte Zellen mit dem Axencylinder im Innern.

**Figur 10.** Vater'sches Körperchen mit einer membranartigen Umhüllung und einem weiten perilymphatischen Raum.



angebracht und in
dem Zungenrücken
lateralen.

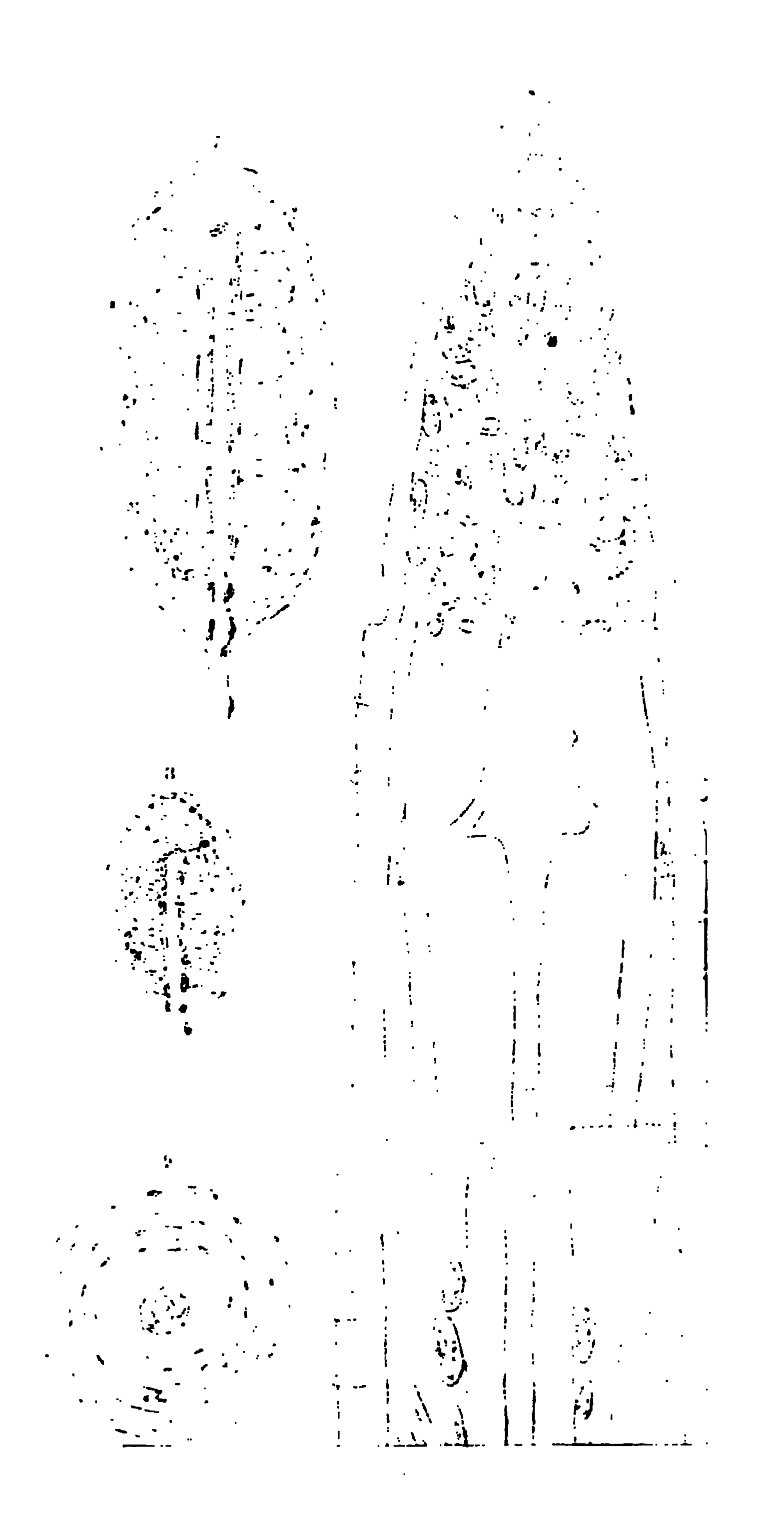
**Figur 5.** Hor
Die bedeutende Län
das mittlere Stück
sind einem Zunge
1. Basibranchi
breiter werdend mit
4. und 5. Die Läng
einzelnen Abschnitt
Nervenstämme, wel
dem Basibranchiale
in dem vorderen Zu
Nervenstämmen anl
Muskeln. 10 und
Endapparate.

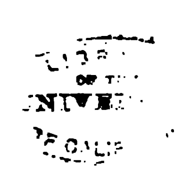
**Figur 6.** Vat
dargestellt. a) N
Kernen an der in
faser. d) Zellensche
bestehend. f) Aeusse
schen Körpers.

**Figur 7 und 8**

**Figur 9.** Quer
mellen und kreisför
mondförmig gegen
Innern.

**Figur 10.** Va
artigen Umhüllu
Raum.





# Sitzungsberichte

der

# königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

## Mathematisch-physikalische Classe.

### Sitzung vom 1. März 1884.

Herr v. Seidel hält einen Vortrag:

„Ueber das Wahrscheinlichkeitsgesetz der Fehler bei Beobachtungen."

Herr v. Seidel wird eine Abhandlung über dieses Thema in einer Fachzeitschrift veröffentlichen.

Herr A. Brill legt eine Abhandlung von Herrn Theodor Kuen in München vor:

„Ueber Flächen von constantem Krümmungsmaass."

Wenn man von den Umdrehungs- und Schraubenflächen absieht, so sind von Oberflächen von constantem Krümmungsmass bis jetzt nur die von Herrn Enneper[1]) gefundenen mit einem System ebener Krümmungslinien bekannt, sowie diejenigen Flächen, welche durch einen von Herrn Bianchi[2])

1) „Analytisch-geometrische Untersuchungen V", Göttinger Nachrichten 1868, pag. 258—277.

2) „Ricerche sulle superficie a curvatura costante e sulle Elicoidi", Pisa 1879.

angegebenen Process entstehen, vermöge dessen aus jeder solchen Fläche andere derselben Art abgeleitet werden. Auf diesem Wege hat Bianchi selbst aus der Rotationsfläche der Tractrix eine neue Fläche hergeleitet, die jedoch, wie ich an einem andern Orte[1]) gezeigt habe, gleichfalls der ersterwähnten Categorie zugehört.

In weiterer Verfolgung der Absicht, Beziehungen zwischen den durch beide Methoden erhaltenen Flächen herzustellen, habe ich nun das von Bianchi angegebene Verfahren wiederum auf die von ihm abgeleitete Fläche, sowie auf die beiden ausser der Tractrixfläche noch vorhandenen Umdrehungsflächen von constantem negativen Krümmungsmaass angewendet; andererseits aber die von Enneper angegebenen Gleichungen einer genaueren Discussion unterworfen. Ich wurde dadurch auf eine neue Gattung von Flächen von constanter (sowohl positiver als negativer) Krümmung mit einem System ebener Krümmungslinien geführt, welche die bemerkenswerthe Eigenschaft besitzen, dass ihre rechtwinkeligen Coordinaten sich bereits durch cyclometrische, nicht, wie im allgemeinen Fall, erst durch elliptische Functionen zweier Parameter ausdrücken lassen.

Im Nachstehenden erlaube ich mir die Resultate, zu denen ich gelangt bin, mitzutheilen, indem ich die ausführlichere Darstellung an einer anderen Stelle zu geben beabsichtige.

Das Verfahren, durch welches Bianchi aus einer gegebenen Fläche von constanter negativer Krümmung eine andere eben solche ableitet, besteht bekanntlich darin, dass man längs eines Systems von parallelen geodätischen Linien die Tangenten an diese Curven construirt und auf denselben eine

---

1) Beiblätter zu der vierten Folge von Modellen des mathematischen Institutes der technischen Hochschule München. Darmstadt, L. Brill.

constante Länge abträgt. Die Endpunkte dieser Strecken bestimmen die abgeleitete Fläche. Ein System paralleler geodätischer Linien und deren Orthogonaltrajectorien auf der Ausgangsfläche muss dabei als bekannt vorausgesetzt werden.

Bezogen auf die Krümmungslinien u, v sei die Gleichung dieser Orthogonaltrajectionen:

$$\lambda_1 = (u, v),$$

oder differentiirt:

$$d\lambda_1 = m\,du + n\,dv,$$

wo m und n bekannte Funktionen von u und v sind. Die Krümmungslinien dürfen als bekannt angesehen werden, da sie nach einem Satze von Lie[1]) auf allen Flächen constanter Krümmung durch Quadratur zu finden sind. Dieses Coordinatensystem bietet den Vortheil, dass das entsprechende auf der abgeleiteten Fläche, welches in der Folge mit denselben Buchstaben u, v bezeichnet werden soll, wieder aus Krümmungslinien besteht[2]). Auf der letzteren kennt man aber nicht bloss die Krümmungslinien, sondern auch ein System von geodätischen Kreisen zu parallelen geodätischen Linien, denn nach einer Bemerkung von Bianchi gehen die geodätischen Kreise zu einem System paralleler geodätischer Linien wieder in Curven der nämlichen Eigenschaft auf der abgeleiteten Fläche über. Die Gleichung dieses Curvensystems ist also auf der letzteren ebenfalls:

$$\lambda_1 = (u, v).$$

Auf der abgeleiteten Fläche, für welche die geodätischen Linien gesucht werden, darf man demnach die Krümmungslinien und die Gleichung e i n e s Systems von geodätischen Kreisen $\lambda_1$ als bekannt voraussetzen; es sind also die im

1) Archiv für Mathematik og Naturvidenskab Bd. IV, 3.
2) Vergl. Ribaucour. Comptes Rendus 1872, 1 Sem.

Ausdrucke für das Linienelement in Bezug auf die Krümmungslinien u, v:

$$ds^2 = E du^2 + G dv^2$$

vorkommenden Grössen E und G bekannt.

Bezogen auf die geodätischen Kreise $\lambda_1$ und die dazu gehörigen parallelen geodätischen Linien $\mu_1$ wird der Ausdruck für das Linienelement dieser Fläche von der Form sein:

$$ds^2 = \frac{1}{\varrho^2(\lambda_1)} [\pi^2(\lambda_1) d\lambda_1{}^2 + d\mu_1{}^2],$$

wo $\pi$ und $\varrho$ (nicht bekannte) Funktionen von $\lambda_1$ bedeuten.

Setzt man

$$d\mu_1 = p du + q dv,$$

so erhält man durch Gleichsetzung beider Ausdrücke für das Linienelement:

$$\begin{aligned} \varrho^2 (E du^2 + G dv^2) &\equiv \pi^2 d\lambda_1{}^2 + d\mu_1{}^2 \\ &= du^2 (m^2\pi^2 + p^2) + (n^2\pi^2 + q^2) dv^2 \\ &\quad + 2 du dv (mn\pi^2 + pq), \end{aligned}$$

und daraus durch Vergleichung:

$$p = \pm n \sqrt{\frac{E}{G}} \cdot \pi$$

$$q = \mp m \sqrt{\frac{G}{E}} \cdot \pi.$$

Die Differentialgleichung des geodätischen Liniensystems $\mu_1$ wird daher:

$$d\mu_1 \equiv \pm \pi(\lambda_1) \left\{ n \sqrt{\frac{E}{G}} du - m \sqrt{\frac{G}{E}} dv \right\} = 0.$$

Demnach ist $\pi(\lambda_1)$ der Multiplikator der Differentialgleichung für $\mu_1$. Die Funktion $\pi$ kann nach bekannten Regeln der Differentialrechnung unmittelbar

durch eine Quadratur gefunden worden, weil $\lambda_1$ eine bekannte Funktion von u und v ist.

Hiebei wurde nur vorausgesetzt, man kenne das Linienelement in Bezug auf die Krümmungslinien und ein System geodätischer Kreise für die vorliegende Fläche. Ist diese aber selbst durch das Bianchi'sche Verfahren aus einer anderen bekannten abgeleitet worden, so kann man durch blosse Quadratur das Linienelement (bezogen auf das bekannte geodätische Liniensystem und dessen Orthogonaltrajectorien) auf die Form bringen:

$$ds^2 = \frac{a^2}{\lambda^2}(d\lambda^2 + d\mu^2),$$

und unter Voraussetzung eines so bestimmten $\lambda$, kann der Multiplikator der vorigen Differentialgleichung auf folgende Weise der Einheit gleich gemacht werden.

Das Linienelement der abgeleiteten Fläche, bezogen auf die den geodätischen Kreisen $\lambda$ entsprechenden Kreise $\Lambda$ ($\Lambda$ ist eine Funktion von $\lambda$) und die zugehörigen parallelen geodätischen Linien $\mu_1$, bekommt die Gestalt:

$$ds^2 = \frac{a^2}{\Lambda^2}(d\Lambda^2 + d\mu_1{}^2),$$

falls man nur die Funktion $\Lambda$ von $\lambda$ passend wählt. Da die aus der gegebenen, durch die Bianchi'sche Methode abgeleitete Fläche, mit ihr zusammen eine Krümmungscentrafläche bildet, lässt sich diese Funktion durch Anwendung eines Satzes von Herrn Weingarten[1]) bestimmen, der für die Linienelemente auf den beiden Mänteln einer Krümmungscentrafläche zu einer Fläche von constanter Differenz ihrer Hauptkrümmungsradien $r_2 - r_1 = a$, beziehungsweise die Form ergibt:

---

1) „Ueber eine Classe auf einander abwickelbarer Flächen." Crelle's Journal, Bd. 59.

$$ds^2 = dr_2^{\,2} + e^{\frac{2r_2}{a}} dv^2$$

$$ds^2 = dr_2^{\,2} + e^{-\frac{2r_2}{a}} du^2,$$

wo e die Basis des natürlichen Logarithmensystems ist, $r_2 =$ Const. das System der in beiden Flächen einander entsprechenden geodätischen Kreise zu den dazu gehörigen geodätischen Linien u, beziehungsweise v, bedeutet.

Diese Ausdrücke gehen aber in die vorher für das Linienelement angegebenen dadurch über, dass man setzt:

$$a e^{-\frac{r_2}{a}} = \lambda, \quad dv = d\mu$$

$$a e^{\frac{r_2}{a}} = \Lambda, \quad du = d\mu_1.$$

Daraus erhellt, dass $\lambda$ und $\Lambda$ durch die Gleichung zusammen hängen:

$$\Lambda = \frac{a^2}{\lambda}.$$

Führt man in der für $d\mu_1$ aufgestellten Gleichung statt $\lambda_1$ das durch die vorstehende Beziehung bestimmte $\Lambda$ ein, so erhält man statt $\pi(\lambda_1)$ den Faktor 1; die linke Seite der Differentialgleichung für das geodätische Liniensystem:

$$d\mu_1 \equiv n \sqrt{\frac{E}{G}}\, du - m \sqrt{\frac{G}{E}}\, dv$$

ist dann also ein vollständiges Differential.

Ich habe nun dieses Verfahren auf die erwähnte von Bianchi gefundene Fläche von constanter negativer Krümmung angewendet, ausgehend von denjenigen Gleichungen, durch welche sich die rechtwinkeligen Coordinaten dieser

Fläche vermöge der Parameter u und v ihrer Krümmungslinien ausdrücken:

$$\left.\begin{aligned} x &= 2a \frac{\sin u}{1 + v^2 \sin^2 u} (\cos v + v \sin v) \\ y &= 2a \frac{\sin u}{1 + v^2 \sin^2 u} (\sin v - v \cos v) \\ z &= a \left\{ \log \operatorname{tg} \frac{u}{2} + \frac{2 \cos u}{1 + v^2 \sin^2 u} \right\} \end{aligned}\right\} \text{I.},$$

wo $-\frac{1}{a^2}$ (wie stets) das Krümmungsmaass dieser Fläche und log den natürlichen Logarithmus bedeutet. Für das System der geodätischen Kreise $\varDelta$ und die zugehörigen parallelen geodätischen Linien $\mu_1$ erhält man die Gleichungen:

$$\varDelta = \frac{1 + v^2 \sin^2 u}{\sin u} a^2,$$

$$\mu_1 = a^2 (\log \operatorname{tg} \frac{u}{2} + v^2 \cos u).$$

Zur Ableitung einer neuen Fläche aus der vorliegenden lässt sich dieses geodätische Liniensystem nicht benützen, wenn man nicht wieder zur Tractrixfläche zurückkommen will. Man muss vielmehr zuvor auf der Fläche selbst zu irgend einem anderen System von parallelen geodätischen Linien übergehen, was sich mit Hülfe der Formeln, welche Herr Professor Brill[1]) für die Transformation von geodätischen Coordinatensystemen auf Rotationsflächen angegeben hat, leicht ausführen lässt. Vermöge der willkürlichen Constanten, die durch diese Transformation eingeführt wird, erhält man so ein ganzes System von Flächen, deren rechtwinkelige Coordinaten sich wie folgt darstellen:

---

1) „Zur Theorie der geodätischen Linie und des geodätischen Dreiecks". Abhandlg. der kgl. bayr. Ak. II. Cl., XIV. Bd. II. Abth.

$$\text{II)} \begin{cases} x = R \{ 4 \lambda (\cos v + v \sin v) - N \cos v \} \\ y = R \{ 4 \lambda (\sin v - v \cos v) - N \cos v \} \\ z = a \log tg \frac{u}{2} + R \{ 4 \lambda \cotg u - M \}, \end{cases}$$

wobei zur Abkürzung gesetzt wurde:

$$\lambda = \frac{1 + v^2 \sin^2 u}{\sin u}$$

$$R = \frac{a}{\lambda^2 + \nu^2}$$

$$M = (\lambda^2 - \nu^2) \cos u - 2 \lambda \nu \sin u$$
$$N = (\lambda^2 - \nu^2) \sin u + 2 \lambda \nu \cos u$$

$$\nu = \log tg \frac{u}{2} + v^2 \cos u - c,$$

wo c die erwähnte willkürliche Constante bedeutet. Aus der Form der Gleichung dieser Flächen entnimmt man unschwer den Satz, dass die eine Schaar der Krümmungslinien sphärisch ist, die andere auf algebraischen Flächen liegt.[1])

Ich beschäftigte mich ferner mit denjenigen Flächen, welche sich aus den beiden ausser der Tratrixfläche noch existirenden Typen von Umdrehungsflächen von constanter negativer Krümmung ableiten lassen. Je nachdem nämlich ein reeller, imaginärer oder unendlich weiter Pol eines geodätischen Polarcoordinatensystems Schnittpunkt der Meridiane einer Rotationsfläche ist, hat man drei verschiedene Typen, von denen der letzte die Rotationsfläche der Tractrix ist, die beiden andern, ich will sie mit K und H bezeichnen, eine dem Kegel beziehungsweise einem Hyperboloid )( ähnliche Gestalt besitzen. Die parallelen geodätischen Linien auf diesen Rotationsflächen, deren Kenntniss zur Auffindung der aus

1) Diese Eigenschaft erwähnte Herr Lie in einem an Herrn Brill gerichteten Schreiben.

denselben abgeleiteten nöthig ist, kann man wieder nach der von Herrn Brill angegebenen Methode finden.

Aus der Gruppe K von Umdrehungsflächen constanter negativer Krümmung ergibt sich mit Hülfe des Bianchi'schen Verfahrens die Flächengruppe:

$$\left.\begin{aligned}
x &= -\frac{u_0 \cos\frac{av}{u_0}\cos v + a\sin\frac{av}{u_0}\sin v}{\sinh\frac{u}{a}\cos v + \cosh\frac{u}{a}} \\
y &= -\frac{u_0 \sin\frac{av}{u_0}\cos v - a\cos\frac{av}{u_0}\sin v}{\sinh\frac{u}{a}\cos v + \cosh\frac{u}{a}} \\
z &= \frac{1}{a}\int_0^u \sqrt{\gamma^2 - u_0^2 \sinh^2\frac{u}{a}}\, du - \\
&\quad \sqrt{\gamma^2 - u_0^2\sinh^2\frac{u}{a}} \cdot \frac{\cos v + \operatorname{tgh}\frac{u}{a}}{1 + \operatorname{tgh}\frac{u}{a}\cos v}
\end{aligned}\right\} \text{III)}$$

wobei:

$$\gamma^2 = a^2 - u_0^2,$$

und aus der Flächengruppe H:

$$\left.\begin{aligned}
x &= \frac{u_0\cos\frac{av}{u_0}\cosh v + a\sin\frac{av}{u_0}\sinh v}{\cosh v\cosh\frac{u}{a} - \sinh\frac{u}{a}} \\
y &= \frac{u_0\sin\frac{av}{u_0}\cosh v - a\cos\frac{av}{u_0}\sinh v}{\cosh v\cosh\frac{u}{a} - \sinh\frac{u}{a}}
\end{aligned}\right\} \text{IV)}$$

$$z = \frac{1}{a}\int_0^u \sqrt{\gamma^2 - u_0^2 \cosh^2\frac{u}{a}}\, du -$$

$$\sqrt{\gamma^2 - u_0^2 \cosh^2\frac{u}{a}} \cdot \frac{\cosh v - \operatorname{cotgh}\frac{u}{a}}{\cosh v \operatorname{cotgh}\frac{u}{a} - 1},$$

wobei:

$$\gamma^2 = a^2 + u^2$$

gesetzt wurde, und sinh, tgh, u. s. w. hyperbolische Funktionen bedeuten, $u_0$ eine willkürliche, die Rotationsfläche bestimmende Constante und u, v Parameter der Krümmungslinien sind. Da der Quotient $\frac{y}{x}$ nur eine Funktion von v wird, so ist das System v = Const. ein planes.

Es gehören demnach diese zwei Flächengattungen ebenso wie die aus der Tractrixfläche abgeleitete zu denjenigen Flächen constanter negativer Krümmung, welche ein System ebener Krümmungslinien besitzen, für welche Enneper die allgemeine Gleichungsform bestimmt hat. In den von ihm angegebenen Gleichungen kommen zwei Constanten A und C vor. Lässt man zwischen diesen eine der Relationen bestehen

$$\alpha) \quad \begin{array}{l} C = 1 + A \\ C = 1 - A \end{array}$$ [1],

---

1) Die erste der Bedingungsgleichungen ($\alpha$), welche die Flächengruppe ergibt, die aus dem Typus H abgeleitet wurde, widerspricht der von Herrn Lenz [Ueber die Enneper'schen Flächen constanten negativen Krümmungsmasses mit einem Systeme ebener Krümmungslinien. Dissertation, Göttingen 1878] angegebenen Realitätsbedingung.

$$C = 1 + |A|.$$

Es zeigte sich bei genauer Untersuchung, dass sowohl diese, als auch die von Herrn Bockwoldt [Dissertation, Göttingen 1878] für

so erhält man die aus dem Kegel-, beziehungsweise Hyperboloid-Typus abgeleiteten Flächen. Es ergeben sich also nicht die sämmtlichen Enneper'schen Flächen durch einmalige Anwendung des Bianchi'schen Verfahrens aus den Rotationsflächen, wie man vermuthen könnte, da ja auf jeder unendlich viele Systeme von parallelen geodätischen Linien liegen. Alle diese Systeme lassen sich jedoch (abgesehen von dem den Kehlkreis asymptotisch berührenden, welches in sich übergeht) durch Drehung der Rotationsfläche um ihre Achse in einander überführen.

Die durch die Gleichungen (I) dargestellte Bianchi'sche Fläche ist, obwohl sie ein System von ebenen Krümmungslinien besitzt, aus den Enneper'schen Schlussgleichungen [p. 275 der oben citirten Arbeit] durch Specialisirung der Constanten nicht zu erhalten; sie gehört einer Categorie von Flächen an, welche durch Nullsetzen einer im Allgemeinen willkürlich wählbaren Constanten aus den Endgleichungen ausgeschlossen wird. [1])

Indessen lässt sich zeigen, dass man diese Gruppe aus den Enneper'schen Endgleichungen dadurch ableiten kann, dass man die Parameter $u_1$ und $v_1$ um eine unendlich grosse Constante c vermehrt, beziehungsweise vermindert und die Constante $A = o$ setzt, so jedoch dass:

$$\lim. \left(\frac{A\, e^c}{2}\right) = A'$$

---

Flächen constanter positiver Krümmung angegebene Realitätsbedingung ungenau ist; beide übersahen die Zulässigkeit von imaginären Parameterwerthen und Constanten für reelle Flächen.

1) In dem Ausdrucke:

$$\frac{1}{\sin^2 \sigma} = A \cos 2 i u_1 - i B \sin 2 i u_1 + C$$

auf p. 274 des citirten Aufsatzes wird die Constante $B = o$ gesetzt. Damit ist aber diejenige Gruppe von Flächen ausgeschlossen, welche der Annahme $A = B$ entspricht, eine Gruppe mit wesentlich einfacheren Gleichungen als die allgemeine.

wird, wo A′ eine beliebige endliche Grösse bedeutet. Man erhält auf diese Weise für die Cylindercoordinaten der in Rede stehenden Flächengruppe die Ausdrücke:

$$\varrho = \frac{a}{C} \cdot \frac{\sqrt{C + A' e^{2v}}}{\cosh (u + v)}$$

$$\varphi = \int \frac{C\,dv}{(C + A' e^{2v}) \sqrt{C + A' e^{2v}}} \qquad \text{V)}$$

$$z = \frac{a}{C} \left[ \int \sqrt{C - A' e^{-2u}}\, du - \sqrt{C - A' e^{-2u}} \cdot \mathrm{tgh}\,(u + v) \right]$$

Dabei darf, unbeschadet der Allgemeinheit, A′ als positiv vorausgesetzt werden, C muss positiv gewählt werden, und die Parameter u und v nehmen nicht nur reelle sondern auch die complexen Werthe: $u - i\pi$, $v + i\pi$ an.

Durch Integration und Einführung von neuen Parametern vermittelst der Gleichungen:

$$V = \frac{1}{2} \log \frac{\sqrt{C - 1 + A' e^{2v}} - \sqrt{C - 1}}{\sqrt{C - 1 + A' e^{2v}} + \sqrt{C - 1}}$$

$$U = \frac{1}{2} \log \frac{\sqrt{C} + \sqrt{C - A' e^{-2u}}}{\sqrt{C} - \sqrt{C - A' e^{-2u}}},$$

erhält man statt der obigen die folgenden Gleichungen:

$$\varrho = -2a \sqrt{\frac{C - 1}{C}} \frac{\sinh V \cosh U \sqrt{1 + (C - 1) \operatorname{cotgh}^2 V}}{(C - 1) \cosh^2 U + C \sinh^2 V}$$

$$\varphi = \frac{V}{\sqrt{C - 1}} + \operatorname{arctgh} \left( \sqrt{C - 1} \operatorname{cotgh} V \right) \qquad \text{V}^{a})$$

$$z = \frac{a\,U}{\sqrt{C}} - \frac{a\,(C - 1)}{\sqrt{C}} \frac{\sinh 2U}{(C - 1) \cosh^2 U + C \sinh^2 V}.$$

Darin hat man, falls $C - 1 > o$ ist, den Parametern U und V, ausser reellen, auch noch die imaginären Werthe: $U - \frac{i\pi}{2}$, $V + \frac{i\pi}{2}$ beizulegen; für $C - 1 < o$ hat man denselben die Werthe: U, $i\left(V - \frac{\pi}{2}\right)$ zu ertheilen.

Für die Annahme $C - 1 = o$ werden die vorstehenden Gleichungen unbestimmt, und ein Grenzübergang liefert die durch die Gleichungen I dargestellte Fläche.

Eine analog durchgeführte Untersuchung zeigt das Vorkommen einer ähnlichen Flächencategorie von constanter positiver Krümmung mit ebenen Krümmungslinien. Man gelangt zu ihr dadurch, dass man in den Enneper'schen Gleichungen (pag. 272) statt der Parameter $u_1$ und $v_1$ die folgenden einführt: $i(v + c)$, $i(u - c)$, wo c eine unendlich grosse Constante bedeutet, und $A = o$ setzt, so jedoch, dass

$$\lim \frac{e^c A}{2} = \text{Const.} = A'$$

wird.

Durch Einführung von Parametern U, V lassen sich die Gleichungen für dieselbe auf die Form bringen:

$$\varrho = 2a \sqrt{\frac{C+1}{C}} \cdot \frac{\cos U \cos V \sqrt{1 + (C+1)\,\mathrm{tg}^2 V}}{(C+1)\cosh^2 U - C\cos^2 V}$$

$$\varphi = -\frac{V}{\sqrt{C+1}} + \mathrm{arctg}\left(\sqrt{C+1}\,\mathrm{tg}\,V\right) \qquad \text{VI)}$$

$$z = \frac{aU}{\sqrt{C}} - \frac{a(C+1)}{\sqrt{C}} \cdot \frac{\sinh 2U}{(C+1)\cosh^2 U - C\cos^2 V}.$$

Entweder ist $C > o$, dann können U und V nur reelle Werthe annehmen, oder $C + 1 < o$, und dann sind den

Parametern rein imaginäre Werthe beizulegen. Den zwischen o und — 1 gelegenen Werthen für die beliebige Constante C entsprechen keine reellen Flächen. Der Grenzfall $C + 1 = o$ gibt eine Fläche constanter positiver Krümmung mit einem System ebener Krümmungslinien, welche sich in Bezug auf die Form ihrer Gleichung der Bianchi'schen Fläche (I) an die Seite stellt.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber Normalelemente für elektrometrische Messungen."

Um eine Potentialdifferenz nach absolutem Maasse zu messen, bedarf man eines Normalelementes, dessen elektromotorische Kraft genau definirt ist, und das entweder ein für alle mal zusammengestellt bleibt, oder in immer gleicher und nicht zu umständlicher Weise zusammengestellt werden kann. Nach den Untersuchungen von Kittler[1]) entsprechen diesen Bedingungen die mit einem Diaphragma versehenen Daniellelemente durchaus nicht, da sich deren elektromotorische Kraft fort und fort ändert. Dagegen ist ein aus chemisch reinem Zink und reinem Kupfer, aus verdünnter Schwefelsäure und Kupfervitriollösung von bestimmter Concentration und einem beide Lösungen verbindenden, mit derselben Schwefelsäure gefüllten und in feinen Oeffnungen endigenden Heberrohre zusammengesetztes Element stets von gleicher elektromotorischer Kraft und eignet sich, da es leicht zusammengestellt werden kann, als Normalelement. Bei Anwendung concentrirter Kupfervitriollösung und einer verdünnten Schwefelsäure vom sp. G. 1,075 fand Kittler die elektromotorische Kraft eines solchen Elementes = 1,195 Volt, während dieselbe auf 1,059 Volt hinabsank, wenn die ver-

1) Sitzungsber. 1882, p. 467: Wiedemann Annalen 17, p. 865.

dünnte Schwefelsäure durch concentrirte Zinkvitriollösung ersetzt wurde.

Von den bisher für Messungen von Potentialdifferenzen angewandten Daniellelementen entspricht den hier gestellten Bedingungen am meisten das von Raoult[2]), weniger das von Lodge[3]), welches eine verdünnte Zinkvitriollösung enthält, und noch weniger geeignet für Normalelemente sind solche Combinationen, welche ein Diaphragma enthalten, wie das von Buff[4]) vorgeschlagene Element. Alle aber behalten nicht auf die Dauer eine constante elektromotorische Kraft, wie sie gegenwärtig für die Zwecke elektrometrischer Messungen verlangt wird, da bei allen eine allmähliche Diffusion der Flüssigkeiten eintritt. Ich selbst[5]) habe mich früher für Messungen, welche nach der Compensationsmethode ausgeführt wurden, ähnlich eingerichteter Normalelemente bedient; für elektrometrische Messungen reichten sie aber nicht aus und ich habe mich deshalb dazu bequemen müssen, die Normalelemente immer wieder neu zusammenzustellen. Für die Zeit, während welcher man ununterbrochen am Elektrometer zu beobachten pflegt, kann man sich dann auf die Constanz des Elementes verlassen.

Immerhin ist das häufige Zusammensetzen und Auseinandernehmen des Elementes eine Arbeit, welche man gern vermeiden möchte. Deshalb wurde das dauernd beisammen bleibende Zink-Quecksilber-Element von Latimer Clark[6]) mit Freuden begrüsst. Seine elektromotorische Kraft (1,457 Volt) wurde bei verschiedenen nach der gegebenen Vorschrift ausgeführten Herstellungen des Elementes nahezu gleich ge-

---

2) Ann. d. Chim. et de Phys. (4) 2, p. 345. 1864.
3) Phil. Mag. (5) 5, p. 1. 1878.
4) Ann. d. Chemie u. Pharmacie 85, p. 4. 1853.
5) Wiedemann Annalen 5, p. 5. 1878.
6) Proceed. of the Roy. Soc. of London 20, p. 444; Beibl. 2, p. 565. 1878.

funden, aber es hat zwei nicht angenehme Eigenschaften: die eine ist die grosse Veränderlichkeit seiner elektromotorischen Kraft mit der Temperatur, welche man freilich leicht in Rechnung ziehen kann, welche aber beim Daniellelement gar nicht vorhanden ist [7]), die andere ist die starke Abnahme, welche die elektromotorische Kraft erfährt, wenn das Element auch nur auf sehr kurze Zeit geschlossen worden ist. Dieser Fall kann aber gar leicht eintreten. Ein falscher Griff an den bei den Messungen angewandten Hilfsapparaten, z. B. an dem von mir [8]) beschriebenen Schlüssel, genügt, um das Element für einen oder mehrere Tage unbrauchbar zu machen. An einem Latimer-Clark-Elemente erhielt ich 2 % Verlust an elektromotorischer Kraft, als das Element nur eine halbe Minute lang geschlossen worden war; ein Daniellelement würde sich unter gleichen Umständen nur sehr wenig verändert haben.

Aber auch das Latimer-Clark-Element kann man von dieser üblen Eigenschaft fast gänzlich befreien, wenn man ihm einen so grossen Widerstand giebt, dass nur eine unbedeutende Stromstärke in ihm zu Stande kommen kann. Ich füllte ein zweischenkeliges Rohr von 1 cm Durchmesser und 75 cm Schenkellänge mit dem aus Quecksilbersulphat und Zinkvitriollösung nach Vorschrift bereiteten Brei, kochte denselben aber so stark ein, dass er nach dem Erkalten steinhart wurde. Das Auskochen des Breies im Rohre geschah mit Hilfe einer Wasserluftpumpe. Dann wurde am einen oberen Ende des Rohres der Zink-, am anderen der Quecksilberpol angebracht, und wurden die Oeffnungen mit Paraffin geschlossen. Das Element ist sehr bequem am Experimentirtisch anzubringen, indem man die beiden Pole durch zwei in die Tischplatte gebohrte Löcher schiebt und

7) Kittler, l. c. p. 501.

8) Wiedemann Ann. 10, p. 371. 1880.

den ganzen Körper des Rohres unter dem Tische geschützt stehen lässt. Der innere Widerstand des Elementes wurde = 15700 Ohm gefunden.[9]) Seine elektromotorische Kraft war etwas kleiner, als sie Latimer Clark angiebt. Wenn nämlich die Kraft eines Normaldaniells (mit verdünnter Schwefelsäure) als 1,195 Volt zu Grunde gelegt wurde, so war die meines Quecksilberelementes 1,442 (statt 1,457) Volt. Als nun das Element in sich geschlossen wurde, war seine elektromotorische Kraft nach einer Schliessungsdauer von

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Minuten | = | 1,440 | Volt. |
| 1 Stunde | = | 1,439 | „ |
| 4 Stunden | = | 1,439 | „ |
| 6 „ | = | 1,437 | „ |
| 12 „ | = | 1,434 | „ |
| 48 „ | = | 1,408 | „ |

In der That widerstand also das Element lange Zeit dem Einflusse der Polarisation. Derselbe konnte auch nur sehr gering sein, denn der Strom, welcher das Element durchlief, hat nur eine Stärke von 0,000091 Ampère. Erst nachdem der Schluss 48 Stunden lang gedauert hatte, war die elektromotorische Kraft um 2 % gesunken, freilich um eine Grösse, welche sehr gering ist gegen die Schwächung der sonst gebräuchlichen Latimer-Clark-Elemente. Man wird wohl einen so lange dauernden Schluss leicht vermeiden können; ist die Schwächung einmal eingetreten, so erholt sich das Element nur langsam wieder. Nach 24 Stunden fand ich seine Kraft = 1,430 Volt.

Der Gedanke, die Leitungsflüssigkeit des Elementes durch einen festen Körper zu ersetzen, lässt sich aber auch am Daniell-Elemente verwirklichen. Ich rührte feinen Alabaster-

9) Die Widerstandsmessungen wurden von meinem ersten Assistenten, Herrn Dr. Pfeiffer, unter Anwendung von Wechselströmen ausgeführt.

gyps einmal mit concentrirter Kupfervitriollösung, das andere mal mit concentrirter Zinkvitriollösung zu der Consistenz an, welche zum Herstellen von Gypsabgüssen angewandt wird. Eine u-förmig gebogene Glasröhre von 4 mm Durchmesser und 22 cm Schenkellänge wurde zum Theil mit dem einen Brei und nachdem derselbe erstarrt war zum andern Theil mit dem anderen Brei angefüllt, so dass der eine Guss den anderen unmittelbar berührt. In den Kupferbrei wurde vor dem Erstarren ein Kupferdraht, in den Zinkbrei ein Zinkdraht gesteckt. Der obere Theil jedes Schenkels wurde vom Gypsguss befreit und mit Paraffin angefüllt.

Von so hergerichtetem trockenen Daniellelementen wurden mehrere Exemplare mit einem mit concentrirten Lösungen von Kupfer- und Zinkvitriol zusammengesetzten Daniellelemente verglichen, auf die Einwirkung von Temperaturveränderungen und auf die des Stromschlusses geprüft. Wenn die elektromotorische Kraft des mit Flüssigkeiten gebildeten Elementes = 1 gesetzt wird, so ergab sich die von 3 verschiedenen trockenen Elementen (I, II und III) an verschiedenen Tagen gemessen

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| | 0,996 | 0,993 | 1,000 |
| | 0,998 | 0,996 | 0,996 |
| | 1,000 | 0,999 | 0,993 |
| | | 0,998 | 0,998 |
| im Mittel: | 0,998 | 0,996 | 0,997. |

Die Temperatur schwankte bei allen diesen Beobachtungen nur um wenige Grade; die geringen scheinbaren Unterschiede in der elektromotorischen Kraft der trockenen Elemente sind auch wohl zum Theil in kleineren Abweichungen in der Kraft der Flüssigkeitselemente zu suchen, welche jedesmal frisch zusammengesetzt waren. Durchschnittlich ist aber das trockene Element um ein Geringes schwächer, als das

Flüssigkeitselement; es enthält kein amalgamirtes Zink, weil solche amalgamirte Drähte sehr brüchig sind.

Eine zweite Versuchsreihe bezog sich auf den Einfluss der Temperatur. Die Elemente II und III wurden bald bei der Temperatur der umgebenden Luft, bald in verschieden erwärmten Bädern stehend, mit dem Flüssigkeitselemente, das stets nahezu auf der Temperatur 20° blieb, verglichen. Mit Rücksicht auf die schlechte Wärmeleitungsfähigkeit der trockenen Elemente blieben dieselben jedesmal $^3/_4$ Stunden lang im Bade stehen, ehe die Messung vorgenommen wurde. Wird die elektromotorische Kraft des Flüssigkeitselementes wieder = 1 gesetzt, so war die der trockenen Elemente

| II | | III | |
|---|---|---|---|
| bei 0° | 0,996 | bei 1° | 1,007 |
| „ 20° | 0,993 | „ 21° | 1,000 |
| „ 39° | 0,983 | „ 32° | 0,995 |
| | | „ 55° | 0,981 |

Die Abnahme an elektromotorischer Kraft eines jeden der beiden Elemente betrug demnach bei den niederen Temperaturen zwichen 0 und 20°, beziehungsweise zwischen 1 und 21° nur 0,015 % für einen Grad Temperaturzunahme. Dieser Temperaturcoëfficient steigt aber mit zunehmender Temperatur. Beim Elemente II beträgt er zwischen 20 und 39° 0,053, beim Elemente III zwischen 21 und 32° 0,045, zwischen 32 und 55° sogar 0,061. Beim Latimer-Clark-Element wurde er von Helmholtz und von Kittler[10]) übereinstimmend = 0,08 gefunden. Innerhalb der engen Temperaturgrenzen, zwischen denen elektrometrische Messungen angestellt zu werden pflegen, ist der Einfluss der Temperatur auf die elektromotorische Kraft der trockenen Daniellelemente ganz zu vernachlässigen.

---

10) Kittler Sitzungsber. a. a. O. p. 501.

Die Einwirkung des Stromschlusses ergiebt sich aus folgenden mit den Elementen I, II und III angestellten Versuchen. Das Element wurde in sich auf eine nachstehend angegebene Zeit geschlossen, dann geöffnet und die Potentialdifferenz gemessen. Dadurch erhält man freilich nicht den tiefsten Werth, welchen die Potentialdifferenz erreicht hatte, weil dieselbe schon während der wenigen Secunden, welche die Messung beansprucht, wieder zunimmt; aber man erhält denjenigen Werth, um den es sich bei den Messungen eben handelt.

Die Elemente I und III wurden durch einen Schluss von der Dauer einer halben Minute fast gar nicht beeinflusst; das Element II sank dadurch von 1,000 auf 0,997, erholte sich aber auch schnell wieder vollkommen. Längere Schlüsse brachten folgende Veränderungen hervor:

| I | | | | II | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0,998 | | | | 1,000 |
| nach | 10 | Minuten | 0,991 | nach | 1 | Stunde | 0,994 |
| „ | 35 | „ | 0,988 | „ | 15 | Stunden | 0,988 |
| „ | $14\frac{1}{2}$ | Stunden | 0,975 | „ | 20 | „ | 0,988 |
| | | | 0,996 | | | | 0,993 |
| nach | 15 | Stunden | 0,986 | nach | $15\frac{1}{2}$ | Stunden | 0,987 |
| 5 Minuten offen | | | 0,994 | „ | 24 | „ | 0,986 |
| | | | | „ | 39 | „ | 0,987 |
| | | | | 5 Minuten offen | | | 0,994 |

| III | | | |
|---|---|---|---|
| | | | 1,000 |
| nach | 15 | Minuten | 0,996 |
| „ | 50 | „ | 0,994 |
| „ | 17 | Stunden | 0,989 |
| 5 Minuten offen | | | 0,992 |

Nach Verlauf einer Viertelstunde hatte in allen Fällen das geöffnete Element seine alte elektromotorische Kraft wieder erreicht.

Die trockenen Daniellelemente haben also mit dem Latimer-Clark-Elemente das gemein, dass sie ein für alle mal zusammengestellt sind, sie haben aber den Vorzug vor demselben, dass sie dem Einfluss der Temperatur so gut wie gar nicht unterliegen und dass ein zufälliger Stromschluss auch bei Elementen von kleinen Dimensionen nur eine unbedeutende Schwächung hervorbringt (ungefähr 1 %), welche aber sehr bald wieder ausgeglichen wird. Wenn die elektromotorische Kraft des aus Kupfer, Zink, concentrirter Kupfer- und Zinkvitriollösung zusammengesetzten Daniellelementes = 1,059 Volt gesetzt wird, so ist die mittlere elektromotorische Kraft eines trockenen Daniellelementes = 1,056. Dabei darf indess nicht vergessen werden, dass der Werth 1,059 durch die Voraussetzung begründet worden ist, dass die Kraft eines Latimer-Clark-Elementes = 1,457 Volt ist, welche Angabe auch nur eine vorläufige war.

Der Widerstand des Elementes II wurde = 14600 Ohm, der des Elementes III = 13500 Ohm gefunden. Die Stärke des Stromes, welcher ein geschlossenes Element durchläuft, ist demnach beim Elemente II = 0,000072, bei III = 0,000078 Ampère, d. h. im ersteren werden in der Stunde 0,08, im letzteren 0,09 mgr Kupfer niedergeschlagen.

---

Die trockenen Daniellelemente empfehlen sich noch für eine andere Anwendung: zum Laden des Quadrantelektrometers. Die Zambonische Säule hat sich für diesen Zweck nicht bewährt: eine Zeit lang functionirt sie vortrefflich; dann ändert sich plötzlich, namentlich bei jähen Temperaturveränderungen, die Potentialdifferenz ihrer Pole. Wahrscheinlich bilden sich durch Feuchtigkeitsniederschläge auf der

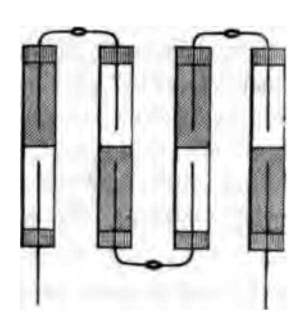
Innenwand des Glasrohres, welches die Säule enthält, Nebenschliessungen. Bei der Wasserbatterie kommen so plötzliche Veränderungen nicht vor, aber allmählich, wenn auch sehr langsam, nimmt die Potentialdifferenz ihrer Pole ab. Fehler in den Messungen können dadurch nicht entstehen, die Ausschläge des Elektrometers werden aber nach und nach kleiner und, abgesehen davon, dass man das verdunstete Wasser hin und wieder ergänzen muss, muss auch die ganze Batterie zuweilen auseinander genommen und von Oxyd- und Carbonatniederschlägen gereinigt werden. Ich fand die elektromotorische Kraft eines frischen, mit Brunnenwasser geladenen Zinkkupferelementes = 0,992 Volt, nach 12 Stunden, während deren das Element geöffnet blieb, war dieselbe auf 0,934 Volt gesunken. Von den Elementen, welche meine Wasserbatterie bilden, und die nun schon über ein Jahr beisammen stehen, wurden drei untersucht. Sie zeigten die Potentialdifferenzen

| | | |
|---|---|---|
| | 0,838 | Volt. |
| | 0,678 | „ |
| | 0,724 | „ |
| also im Mittel: | 0,743 | „ |

Die trockenen Daniellelemente können bequem zu einer Batterie zusammengestellt werden, welche keiner Auffüllung bedarf, und auf welche Temperatur und Feuchtigkeit ohne Einfluss sind.

Da der Wiederstand der Elemente hier gleichgiltig ist, so können dieselben sehr klein gemacht werden. Ich habe Glasröhren von 8 cm Länge und 5 mm Durchmesser zur Hälfte mit dem mit Kupfervitriollösung, zur anderen mit dem mit Zinkvitriollösung angerührten Gypse gefüllt, und in die betreffenden Mischungen jedesmal einen Kupfer- und einen Zinkdraht gesteckt, welche aneinander gelöthet waren, wie aus umstehender Figur ersichtlich ist. Die Röhrenenden

sind wieder durch Paraffin geschlossen. Je zwölf solche Elemente bilden eine Reihe, zwölf solche Reihen stehen hintereinander, eine jede mit der vorhergehenden durch eine



isolirt aufgestellte Klemmschraube verbunden, so dass jede Kette von 12 Elementen zwischen zwei Klemmschrauben aufgehängt ist. Man kann dann eine beliebige Anzahl solcher Zwölferreihen zur Ladung benutzen. Die ganze Batterie von 144 Elementen weist eine polare Potentialdifferenz von 152 Volt auf, wozu von den frischen Elementen der Wasserbatterie 156, von den geschwächten 200 erforderlich wären. Die ganze trockene Batterie bedeckt eine quadratische Bodenfläche von 16 cm Seite.

Herr Baeyer legt eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Herrn Johannes Wislicenus in Würzburg vor:

„Phtalylmalonsäureester und Phtaloxyldimalonsäureester, die Produkte der Umsetzung zwischen Natriummalonsäureester und Phtalylchlorür oder Phtalsäureanhydrid.

Lässt man zu 2 Molekulen in absolutem Aether suspendirten Mononatriummalonsäureesters 1 Molekul Phtalylchlorid schnell hinzufliessen, so findet unter bemerkbarer Wärmeentwicklung, welche die Flüssigkeit in gelindes Sieden bringt, von vorübergehender Gelbfärbung begleitete Umsetzung statt. Nach dem Durchschütteln der Masse mit Wasser, theilt sie sich in zwei klare Schichten, welche getrennt werden. Die untere enthält, in Wasser gelöst, Chlornatrium und etwas phtalsaures Natrium, die obere ätherische dagegen die organischen Hauptprodukte der Reaction.

Nach dem Abdestilliren und vollkommenen Abdunsten des Aethers auf dem Dampfbade hinterbleibt ein Oel, welches nach kurzem Verweilen in der Kälte krystallinische Ausscheidungen abzusetzen beginnt. Dieselben bestehen anfangs aus zu harten Krusten verwachsenen, kurzen Prismen, später dagegen vorwiegend aus zarten Nadeln. Man thut gut, diese beiden Krystallisationen schon von vorneherein möglichst zu

trennen, indem man das Oel in Zwischenräumen anfangs von je zwei Tagen von den Krystallen absaugt und die harten Krusten sowohl wie die weichen Nadelaggregate behufs weiterer Reinigung je mit einander vereinigt. Nach monatelangem Stehen setzt das Oel nichts mehr ab. Wird es dann im Vacuum (ca 20 mm Druck) für sich destillirt, so geht bei 120° ein farbloses leicht bewegliches Oel über, das unter gewöhnlichem Drucke bei 195—196° siedet und Malonsäureester ist. Seine Menge beträgt fast genau die Hälfte jener Quantität, von welcher man bei der Darstellung des Natriummalonsäureesters ausgegangen ist. Zurück bleibt ein bräunliches Oel, welches beim Erkalten wieder Krystallisationen der früher abgeschiedenen Körper liefert. Von diesen abgesogen, erstarrt es nicht mehr. In Folge von etwas beigemengtem Phtalylchlorür ist es chlorhaltig; für sich und mit Wasserdämpfen verflüchtigt es sich nicht.

Die beiden krystallinischen Körper lassen sich durch öfters wiederholtes Umkrystallisiren aus warmem Aether in Folge sehr verschiedener Löslichkeit trennen und vollkommen rein erhalten. Ich bezeichne sie als Phtalylmalonsäureester und Phtaloxyldimalonsäureester.

Phtalylmalonsäureester, $C_{15}H_{14}O_6$, der die Hauptmenge der Produkte ausmacht, krystallisirt aus warm gesättigter ätherischer Lösung in farblosen, ausgezeichnet schön ausgebildeten, kurzen und dicken triklinen Prismen, welche bei 9° ihr 14-faches Gewicht Aether zur Lösung bedürfen. Dieselben sind vollkommen durchsichtig, brechen und zerstreuen das Licht stark und zeigen daher fast demantartigen Glanz. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 74,5°. In heissem Alkohol ist der Körper in jedem Verhältnisse löslich und scheidet sich dann beim Erkalten in ähnlichen Formen wie aus Aether ab, doch sind die Krystallindividuen weniger schön ausgebildet. Von Wasser wird er nur spurweise aufgenommen, bei längerem Kochen vollständig zersetzt. Kalte

Alkalilaugen lösen ihn ohne Färbung, bewirken aber bald Spaltung.

Phtaloxyldimalonsäureester, $C_{22}H_{24}O_9$, von welchem man etwa $^1/_{10}$ des Gewichtes vom Phtalylmalonsäureester erhält, krystallisirt aus siedend gesättigter ätherischer Lösung fast vollkommen (1 Theil gebraucht 185 Theile Aether von 9°) in zarten weissen Nadeln, deren Schmelzpunkt nach dem Umschmelzen bei 116,0°—116,5° liegt. Aus warmem Alkohol sehiessen zwar noch immer lange, aber dickere, glasartig glänzende Prismen an. Von Kali- und Natronlauge wird der Körper unter intensiver Gelbfärbung gelöst. Die Alkaliverbindungen rein zu gewinnen, hat seine Schwierigkeit, da sie beim Erhitzen ihrer Lösung schnell zerfallen. Die Kaliumverbindung entspricht der Formel $C_{22}H_{24}K_2O_{10} + H_2O$, die Natriumverbindung ist $C_{22}H_{24}Na_2O_{10} + 2H_2O$. Die Färbung der Lösung ist citronengelb und von ähnlicher Intensität wie die der neutralen Alkalichromate.

Während die Bildung des Phtalylmalonsäureesters ohne weiteres verständlich ist, da sie nach der Gleichung

$$C_6H_4\left\langle\begin{matrix}CCl_2\\ \\ CO\end{matrix}\right\rangle O + 2\,Na\,CH(CO\cdot OC_2H_5)_2$$

$$= 2\,NaCl + CH_2(CO\cdot OC_2H_5)_2 + C_6H_4\left\langle\begin{matrix}C = C(CO\cdot OC_2H_5)_2\\ \\ CO\end{matrix}\right\rangle O$$

erfolgt, so beruht die des Phtaloxyldimalonsäureesters ohne Zweifel auf einem etwas verwickelteren Vorgange.

Ueber letzteren gab die Beobachtung Aufschluss, dass 2 Mol. Phtalsäureanhydrid auf 2 Mol. Natriummalonsäureester in ganz ähnlicher Weise wie 1 Mol. Phtalylchlorid wirken.

Kocht man nämlich den in Aether vertheilten Natriummalonsäureester mit fein gepulvertem Phtalsäureanhydrid, so wandelt sich die gallertartige Masse der ursprünglichen Natriumverbindung bald in einen dichten Niederschlag um, welcher ein Gemenge von viel neutralem mit etwas saurem Natriumphtalat ist. Die ätherische Lösung hinterlässt beim Verdunsten ein Oel, aus dem sich bei längerem Stehen neben etwas Phtalsäureanhydrid die beiden krystallinischen Producte Phtalylmalonsäureester und Phtaloxyldimalonsäureester abscheiden. Da hier bezüglich des ersteren die Umsetzung augenscheinlich nach der Gleichung

$$2\,C_6H_4\begin{array}{c} \diagup CO \diagdown \\ \\ \diagdown CO \diagup \end{array}O + 2\,NaCH(CO\cdot OC_2H_5)_2 = C_6H_4\begin{array}{l} \diagup CO\cdot ONa \\ \\ \diagdown CO\cdot ONa \end{array}$$

$$+ CH_2(CO\cdot OC_2H_5)_2 + C_6H_4\begin{array}{c} \diagup C = C(CO\cdot O\cdot C_2H_5)_2 \diagdown \\ \\ \diagdown CO \diagup \end{array}O$$

vor sich geht, so wird der Phtaloxyldimalonsäureester wahrscheinlich durch eine Wiederholung des Vorganges unter Austritt eines zweiten Sauerstoffatoms entstehen:

$$C_6H_4\begin{array}{c} \diagup CO \diagdown \\ \\ \diagdown CO \diagup \end{array}O + C_6H_4\begin{array}{c} \diagup C = C(CO\cdot OC_2H_5)_2 \diagdown \\ \\ \diagdown CO \diagup \end{array}O \quad + 2\,Na\,CH(CO\cdot OC_2H_5)_2$$

$$= C_6H_4\begin{array}{l} \diagup CO\cdot ONa \\ \\ \diagdown CO\cdot ONa \end{array} + CH_2(CO\cdot OC_2H_5)_2 + C_6H_4\begin{array}{c} \diagup C{=}C(CO\cdot OC_2H_5)_2 \diagdown \\ \\ \diagdown C{=}C(CO\cdot OC_2H_5)_2 \diagup \end{array}O$$

In der That lässt sich die Synthese des Phtaloxyldimalonsäureesters aus Phtalylmalonsäureester im Sinne dieser

Gleichung leicht ausführen, wenn man zunächst auf letzteren Natriummalonsäureester und dann Phtalsäureanhydrid einwirken lässt.

Setzt man zu 2 Mol. Natriummalonsäureester, in absolutem Aether suspendirt, 1 Mol. Phtalylmalonsäureester, so tritt augenblicklich Gelbfärbung ein. Die Reaction vollendet sich bei einstündigem Kochen am Rückflusskühler, wobei die anfangs gallertartige Masse beweglich wird, da sich der Natriummalonsäureester in das dichtere und pulverförmige gelbe Salz des Phtaloxyldimalonsäureesters verwandelt. Letzteres kann leicht auf dem Filter gesammelt und durch Waschen mit Aether vollkommen rein gewonnen werden. Die ätherischen Filtrate hinterlassen beim Verdunsten ein farbloses Oel: den zwischen 194° und 196° siedenden Malonsäureester, dessen Menge genau die Hälfte der zur Darstellung des Natriummalonsäureesters angewendeten Quantität ist:

$$C_{15}H_{14}O_6 + 2\,NaCH(CO \cdot O \cdot C_2H_5)_2$$
$$= CH_2(CO \cdot OC_2H_5)_2 + C_{22}H_{24}Na_2O_{10}.$$

Die gelbe Natriumverbindung braucht man nun — bei Gegenwart sowohl wie bei Abwesenheit von Aether — nur mit Phtalsäureanhydrid, zu erhitzen, um Phtaloxyldimalonsäureester zu erhalten:

$$C_{22}H_{24}Na_2O_{10} + C_8H_4O_3 = C_8H_4Na_2O_4 + C_{22}H_{24}O_9.$$

Noch schneller wirkt Phtalyldichlorür, doch entsteht hier neben Phtaloxyldimalonsäureester und Chlornatrium Phtalsäureanhydrid:

$$C_{22}H_{24}Na_2O_{10} + C_8H_4O_2Cl_2 = 2\,NaCl + C_{22}H_{24}O_9 + C_8H_4O_3$$

Am vortheilhaftesten aber geschieht die Ueberführung der gelben Natriumverbindung in Phtaloxyldimalonsäureester, wenn man sie mit etwas mehr als 1 Mol. Essigsäureanhydrid kurze Zeit auf dem Wasserbade erwärmt:

$$C_{22}H_{24}Na_2O_{10} + O(C_2H_3O)_2 = 2\,NaO \cdot C_2H_3O + C_{22}H_{24}O_9$$

Durch diese mit bestem Erfolge ausgeführten synthetischen Versuche war nicht nur die Bildung des Phtaloxyldimalonsäureesters neben Phtalylmalonsäureester aufgeklärt, sondern auch ein erfolgreicher Weg zur Bereitung des ersteren in einer einzigen Reaction gegeben. Setzt man nämlich zu 4 Molekulen Natriummalonsäureester zunächst nur 1 Molekul Phtalylchlorür, so erhält man die gelbe Natriumverbindung, welche mit einem weiteren Molekul Phtalylchlorür unter Entfärbung neben Phtalsäureanhydrid nur Phtaloxyldimalonsäureester liefert.

Mit auffallender Leichtigkeit lässt sich der der Synthese der beschriebenen Körper entgegengesetzte Process ihres Abbaues zu den Ingredienzien vollziehen.

Die citronengelbe wässerige Lösung der Alkaliderivate des Phtaloxyldimalonsäureesters trübt sich nämlich beim Erwärmen auf 80° unter gleichzeitiger Entfärbung. Kocht man, so geht mit den Wasserdämpfen reiner Malonsäureester über. Neben geringen Mengen eines bisher nicht näher untersuchten, mit den Wasserdämpfen nicht flüchtigen Oeles ist jetzt nur noch phtalsaures Salz, in Wasser gelöst, zugegen. Der Vorgang läuft demnach vorwiegend gemäss der Gleichung

$$C_{22}H_{24}Na_2O_{10} + 2\,H_2O = C_8H_4Na_2O_4 + 2\,CH_2(CO{\cdot}OC_2H_5)_2$$

ab. Ebenso leicht jedoch lässt sich der Phtaloxyldimalonsäureester durch Vermittelung seiner Alkaliderivate in den Phtalylmalonsäureester zurück verwandeln. Man braucht die gelben Verbindungen nur mit einer organischen Säure — am besten Eisessigsäure — gelinde zu erwärmen, um neben dem Salze der letzteren in glatter Reaction Malonsäureester und Phtalylmalonsäureester zu erhalten:

$$C_{22}H_{24}Na_2O_{10} + 2\,HO \cdot C_2H_3O$$
$$= 2\,NaO \cdot C_2H_3O + CH_2(CO \cdot O \cdot C_2H_5)_2 + C_{15}H_{14}O_6.$$

Beim Kochen mit Alkalilauge wird der Phtalylmalonsäureester glatt in phtalsaures und malonsaures Salz neben Alkohol gespalten. Uebergiesst man ihn mit kalter verdünnter Alkalilauge, so löst sich auf 1 Mol. der Basis fast 1 Mol. Phtalylmalonsäureester auf. Säurezusatz scheidet dann ein farbloses Oel ab, welches — schnell von der wässrigen Lösung getrennt — sich bald trübt und in einen Krystallbrei von Phtalsäureanhydrid und Malonsäureester verwandelt:

$$C_{15}H_{14}O_6 + NaOH = C_{15}H_{15}NaO_7$$
$$C_{15}H_{15}NaO_7 + HCl = NaCl + C_{15}H_{16}O_7$$
$$C_{15}H_{16}O_7 = C_8H_4O_3 + CH_2(CO \cdot OC_2H_5)_2.$$

Noch auffälliger ist die Spaltbarkeit des Phtalylmalonsäureesters durch Ammoniak. Werden alkoholische Lösungen beider mit einander vermischt — die des Ammoniaks in grossem Ueberschusse angewendet — so setzt sich nach kurzem Stehen ein schimmerndes Krystallpulver ab, welches das bisher vergeblich gesuchte Phtalyldiamid ist. Das alkoholische Filtrat hinterlässt beim Verdunsten Malonyldiamid:

$$C_6H_4\left\langle\begin{matrix} C = C(CO \cdot OC_2H_5)_2 \\ \rangle O \\ CO \end{matrix}\right. + 4\,NH_3 = 2\,HO \cdot C_2H_5$$

$$+ C_6H_4\left\langle\begin{matrix} C \begin{matrix} NH_2 \\ -NH_2 \end{matrix} \\ \rangle O \\ CO \end{matrix}\right. + CH_2(CO \cdot NH_2)_2$$

Das Phtalyldiamid ist ein in Alkohol und Wasser sehr schwer löslicher farbloser Körper, welcher beim Erhitzen für sich, wie mit Wasser und Weingeist genau 1 Mol. Ammoniak entwickelt und dabei in Phtalylimid übergeht:

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}C\begin{array}{l}-NH_2\\-NH_2\end{array}\\ >O\\ CO\end{array}\right. = NH_3 + C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}C=NH\\ >O\\ CO\end{array}\right.$$

Ich versuche eben, ob aus Phtaloxyldimalonsäureester sich in analoger Reaction ein Phtaloxyltetramin oder wenigstens ein Phtaloxyldiimid erhalten lässt.

Phtalylmalonsäureester und Phtaloxyldimalonsäureester nehmen leicht nascirenden Wasserstoff auf. Ohne Austritt von Alkohol geschieht die Reduction, wenn man ihre eisessigsaure Lösung einige Zeit mit Zinkstaub auf dem Wasserbade erhitzt.

Aus Phtalylmalonsäureester entsteht dabei eine feste Säure, welche aus heissem Wasser in farblosen zolllangen haarfeinen Nadeln von 86° Schmelzpunkt krystallisirt. In kaltem Wasser ist dieselbe kaum, in heissem etwas leichter, in Alkohol und Aether sehr leicht löslich. Die Elementaranalyse führt zur Formel $C_{15}H_{18}O_6$. Sie ist einbasisch und liefert leicht lösliche Alkalisalze und ein schwer lösliches, sehr beständiges Silbersalz. Analysirt wurden bisher $C_{15}H_{17}KO_6$ und $C_{15}H_{17}AgO_6$.

Die nach der Gleichung

$$C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}C=C(CO\cdot OC_2H_5)_2\\ >O\\ CO\end{array}\right. + 4H = C_6H_4\left\langle\begin{array}{l}CH_2\cdot CH(CO\cdot O\cdot C_2H_5)_2\\ CO\cdot OH\end{array}\right.$$

gebildete Säure mag als Benzylmalonsäureester-Orthocarbonsäure bezeichnet werden. Ihr Silbersalz setzt sich mit Jodäthyl sofort zu dem farblosen zäh öligen Aethylester, $C_{15}H_{17}(C_2H_5)O_6$, um, der bei 45 mm Druck unzersetzt bei 250° destillirt.

Beim Kochen mit überschüssigem Alkali verseift sich die Estersäure vollkommen. Aus der Salzlösung scheidet sich beim Uebersättigen mit Salzsäure die

Benzylmalonsäure-Orthocarbonsäure:

$$C_{11}H_{10}O_6 = C_6H_4\begin{cases} CH_2 \cdot CH(CO \cdot OH)_2 \\ CO \cdot OH, \end{cases}$$

in Form glasglänzender Prismen ab, welche keinen Schmelzpunkt haben, da sie bei 160° anfangen Kohlensäure zu entwickeln. Von letzterer entweicht zwischen 170° und 180° sehr schnell genau 1 Mol. Der Rückstand ist dann die von Gabriel und Michael bereits dargestellte Ortho-Hydrozimmtcarbonsäure in reinem Zustande:

$$C_6H_4\begin{cases} CH_2 \cdot CH(CO \cdot OH)_2 \\ CO \cdot OH \end{cases} = CO_2 + C_6H_4\begin{cases} CH_2 \cdot CH_2 \cdot CO \cdot OH \\ CO \cdot OH \end{cases}$$

Phtaloxyldimalonsäureester geht beim Erwärmen seiner eisessigsauren Lösung mit Zinkstaub in eine amorphe, äusserst zähflüssige Verbindung über, deren Analyse zur Formel

$$C_{22}H_{28}O_9 = C_6H_4\begin{cases} CH \cdot CH(CO \cdot O \cdot C_2H_5)_2 \\ \quad\quad > O \\ CH \cdot CH(CO \cdot O \cdot C_2H_5)_2 \end{cases}$$

stimmende Zahlen liefert. Mit ihrer Untersuchung, sowie mit Feststellung der Orte, an welche bei der Einwirkung von Alkalien auf den Phtalylmalonsäureester und Phtaloxyldimalonsäureester das Metall tritt, bin ich noch beschäftigt, und werde mir erlauben, von den gewonnenen Resultaten weitere Mittheilung zu machen.

---

Herr Voit berichtet die Hauptresultate einer in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Nic. Simanowsky

„Ueber den Einfluss künstlich erhöhter Körpertemperatur auf die Eiweisszersetzung"

ausgeführten Untersuchung.

Die Ursachen für die Zersetzungen im Thierkörper finden sich bekanntlich vorzüglich an dem Organisirten, an den Zellen und Zellengebilden. Je nach der Masse der letzteren und je nach ihrer Fähigkeit höhere chemische Verbindungen in einfachere zu zerlegen, richtet sich die Grösse des Zerfalls. Es giebt Einwirkungen, welche diese Fähigkeit vermindern, und andere, welche sie vergrössern. Zu den ersteren gehört z. B. das Chinin oder der Alkohol, zu letzteren das Fieber und besonders die Muskelarbeit.

Einen bestimmten Einfluss auf die Zersetzungen übt auch die Temperatur der Umgebung aus. Es ist nachgewiesen worden, dass bei Erhaltung der Körpertemperatur durch einen eigenthümlichen reflektorischen Vorgang in der Kälte mehr, in der Wärme weniger Fett zerstört wird, dass dagegen die Eiweisszersetzung fast unverändert bleibt. Anders ist es, wenn die Eigenwärme des Körpers sich ändert; hier wird bei Erniedrigung der Körpertemperatur, wie z. B. beim schlafenden Murmelthier sowohl weniger Eiweiss als auch weniger Fett zersetzt, offenbar durch Beeinträchtigung der

Bedingungen des Zerfalls in den erkälteten Zellen. Dagegen, so ist angegeben worden, bringe die Erhöhung der Körpertemperatur ausser der Zunahme der Kohlensäureproduktion und des Sauerstoffcousums eine Vermehrung des Eiweisszerfalls hervor.

Bartels hat zuerst mitgetheilt, dass beim Menschen nach Gebrauch von Dampfbädern eine Steigerung der Harnstoffausscheidung eintrete, später hat Naunyn am Hund bei künstlicher Temperaturerhöhung durch ein 3stündiges Dampfbad das Gleiche gefunden (44%). Vor Allem aber hat Gustav Schleich bei künstlicher Steigerung der Körpertemperatur durch einstündige warme Vollbäder von 38—42.5° beim Menschen bei genauer Regelung der Nahrungsaufnahme eine deutliche Vermehrung der Harnstoffmenge (bis zu 29%) erhalten und zwar noch mehrere Tage nach dem Bade anwährend.

Man dachte sich, dass durch die vorübergehende Erhöhung der Temperatur der Zellen und Gewebe für längere Zeit mehr Eiweiss von denselben abschmelze und flüssig werde und dann der Zerstörung anheimfalle. Es schien auch diese Angabe in erfreulicher Uebereinstimmung zu stehen mit den Erfahrungen bei Fieberkranken, bei welchen ebenfalls mehr Eiweiss zum Zerfall kömmt, und man war vielfach geneigt, die Fiebertemperatur als Ursache des grösseren Eiweisszerfalls anzusehen.

Nun hat in letzter Zeit Dr. C. F. A. Koch in Amsterdam hierüber erneute Untersuchungen angestellt, zunächst an sich selbst und zwar bei gleichbleibender Nahrung. Die künstliche Erwärmung geschah durch einstündige warme Bäder von 39—40° C. Er erhielt keine Zunahme der mittelst Quecksilbernitrat bestimmten Harnstoffausscheidung, eher eine geringe Verminderung derselben. Auch bei einem Kaninchen erhielt er unter gleichen Umständen die nämlichen Resultate.

Da mir diese Angaben von grossem Interesse zu sein schienen, so habe ich Herrn Dr. Nicolaus Simanowsky aus St. Petersburg veranlasst, dieselben an einem Hunde einer nochmaligen genauen Prüfung zu unterziehen.

Der weibliche, ziemlich fette Hund wog 20 Kilo; der tägliche Harn konnte am Ende jedes Versuchstages durch Katheterisiren und Ausspritzen der Blase mit verdünnter Carbolsäure vollständig gewonnen werden. Das Thier sollte hungern, um auch die geringste Steigerung der Eiweisszersetzung erkennen zu können. Im Harn wurde die Stickstoffbestimmung mittelst Natronkalk gemacht. Nach mehreren Hungertagen und Gleichbleiben der Stickstoffausscheidung wurde das Thier an zwei aufeinander folgenden Tagen in einer Badewanne (im hygienischen Institut) in Wasser von 40.5°C während etwa 1½ Stundea gebadet, wobei die Körpertemperatur bis auf 41°C anstieg; darnach wurde die Beobachtung noch ein oder zwei Tage ohne Baden fortgesetzt, so dass die ganze Versuchsreihe 5—7 Tage umfasste. Es wurden 2 Versuchsreihen mit Baden ausgeführt; zur Controle wurde einmal eine fünftägige Hungerreihe ohne Baden gemacht, um den Gang der normalen Stickstoffausscheidung festzustellen. Kaum dass der Hund in das warme Wasser eingetaucht war, fing er an keuchend mit herausgestreckter Zunge zahlreiche Athemzüge zu machen, zuletzt über 200 in der Minute; sobald nur kurze Zeit weniger Athemzüge ausgeführt wurden, wurde die Zunge blau. Das Thier zeigte noch mehrere Stunden nach der Herausnahme aus dem Bade eine erhöhte Körpertemperatur, die dann allmählich zur normalen absank.

Es ergab sich während der beiden Badereihen keine Abweichung von der letztern Normalreihe, so dass also in der That durch 1½stündige künstliche Erwärmung des Körpers bis auf 41° die Eiweisszersetzung nicht gesteigert wurde. Es wurde auch die tägliche Kohlensäureausscheidung bestimmt, an den Badetagen aber erst nach dem Bade,

wobei die Körpertemperatur noch einige Zeit erhöht war; die Menge der erzeugten Kohlensäure zeigte sich dabei gegenüber den übrigen Hungertagen nicht vermehrt.

Es hat dieses an und für sich wichtige Resultat noch eine weitere Bedeutung, indem es darthut, dass die erhöhte Temperatur beim Fieber nicht die Ursache der rapiden Zerstörung des in den Organen abgelagerten Eiweisses beim Fieber ist. Man hat schon öfter darauf aufmerksam gemacht, dass die Harnstoffsteigerung beim Fieber nicht immer entsprechend der Temperaturerhöhung ist. Bauer und Künstle waren weiterhin nicht im Stande, durch antipyretische Mittel wie Chinin oder Salicylsäure oder kalte Bäder mit der Temperatur auch die Eiweisszersetzung zu vermindern, sie sahen im Gegentheil eine geringe Steigerung derselben; es konnte damals jedoch eingewendet werden, dass die erhöhte Körpertemperatur dennoch die Steigerung des Eiweissumsatzes einleitet, da letztere noch längere Zeit nach der künstlichen Temperaturerhöhung nach den Angaben Schleichs anwähren sollte. Nachdem aber dargethan worden ist, dass die künstlich erhöhte Temperatur keine Wirkung auf die Eiweisszersetzung hat, so muss also der erhöhte Eiweisszerfall beim Fieber in der That von einer Veränderung der Zellen und der Bedingungen der Zersetzung in denselben durch den Fieberprocess herrühren.

## Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 125. Stiftungstages

am 28. März 1884.

---

Der Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

Die mathematisch-physikalische Classe der Akademie hat in dem abgelaufenen Jahre drei ihrer auswärtigen Mitglieder durch den Tod verloren, nämlich zwei Schweizer Gelehrte: den Rathsherrn und Geologen Peter Merian in Basel und den hervorragenden Botaniker und Paläontologen Oswald Heer in Zürich, und ferner den Physiker Peter Riess in Berlin.

### Peter Merian.

Geboren den 20. Dezember 1795, gestorben den 8. Februar 1883.

Im Jahre 1864 wurde der Basler Rathsherr und Geologe Peter Merian als auswärtiges Mitglied in die Akademie aufgenommen.

Eine so eigenartige Wirksamkeit wie die Merian's ist kaum da möglich, wo man Alles von dem fürsorglichen Eingreifen der Staatsregierung erwartet, sondern nur in einem Gemeinwesen, in dem man von jeher gewöhnt ist, dass der gute Bürger dem Wohle des Ganzen dient, seine Arbeits-

kraft und seine Mittel zur Förderung der Bildung und Gesittung der Vaterstadt zur Verfügung stellt.

Von solchen Gesinnungen beseelt wie selten ein Anderer, widmete Merian während seines ganzen langen Lebens seine Kraft der Entwicklung der Stadt, in welcher seine Familie seit Jahrhunderten unter den Ersten genannt wird. Er erkannte namentlich klar, was eine Universität einer freien, vorzüglich Handel betreibenden Stadt werth ist, und so liess er nicht ab, durch sein leuchtendes Beispiel der Bürgerschaft zu zeigen, wie durch Opferfähigkeit der Einzelnen ein auch die grössten Hilfsmittel erforderndes Werk errichtet und erhalten werden kann. Man darf sagen, dass der Bürger Peter Merian durch seine Pflichttreue und seine Grossmuth von ganz wesentlichem Einfluss auf die heutige Gestaltung der Universität Basel war, aber auch auf die Zustände und Geschicke der ganzen Stadt, wo er als Rathsherr geraume Zeit hindurch viele schwierige Aemter bekleidete, und für gemeinnützige Zwecke stets zu finden war. Er stand mit aller Energie für die Erhaltung der Hochschule ein, als ihr bei Ablösung von Basellandschaft und Theilung des Staatsvermögens Gefahr drohte, er deckte den erlittenen Schaden und sorgte für ihre Zukunft, indem er die gesammte Bürgerschaft für die gute Sache zu gewinnen wusste. Die Gründung der Sternwarte, des Bernouillianums und des neuen naturwissenschaftlichen Museums verdankt man besonders seiner kräftigen Beihilfe, vor Allem aber war er für die Naturaliensammlungen und die naturwissenschaftliche Bibliothek besorgt, welche Institute er mit musterhafter Einsicht bis in die letzten Tage seines Lebens verwaltete und vermehrte.

Wenn auch auf diesen Gebieten der Schwerpunkt der Thätigkeit und Bedeutung Merian's lag, so fand er doch noch die Zeit zu einer erspriesslichen Wirksamkeit als akademischer Lehrer in der Geologie und Petrefaktenkunde sowie zu fruchtbringender wissenschaftlicher Arbeit.

Schon früh scheint sein Sinn sich auf geologische und paläontologische Studien gerichtet zu haben. Es wird berichtet, dass diese Neigung in dem am Fusse des an Versteinerungen reichen Wartenbergs gelegenen Pfarrhause zu Muttenz, wo der Knabe vom 8. bis 12. Lebensjahre verweilte, geweckt worden sei. Sicher aber geschah dies in dem Privatinstitut des in Geognosie und Physik sehr bewanderten Pfarrers Christoph Bernouilli, sowie an der Akademie zu Genf, woselbst er sich emsig mit dem Sammeln von Mineralien beschäftigte, und zuletzt an den Universitäten von Göttingen und Paris. An letzteren Orten betrieb er, zugleich mit seinem Freunde Bernhard Studer, ausser mineralogischen und geognostischen Studien auch Astronomie, Physik und Chemie; in Göttingen war es Gauss, der ihn in hohem Grade fesselte.

Die ersten und zugleich umfassendsten Publikationen Merian's beziehen sich auf die Geognosie der Umgebung von Basel, durch welche er die Grundlage der geologischen Kenntniss des Schweizer-Jura legte, dann auf die mineralogischen und petrographischen Verhältnisse des südlichen Schwarzwaldes. In dieser epochemachenden Arbeit stellte Merian zuerst gegen die bis dahin herrschende Ansicht fest, dass der norddeutsche Muschelkalk sich ununterbrochen bis zum Schwarzwald fortsetzt und hier als grauer Kalk von Friedrichshall mit Steinsalz, den man bis dahin irrig für Zechstein angesehen hatte, auftrete und dass der unter diesem Kalk liegende Sandstein dem bunten Sandstein entspricht. Damit war für ganz Süddeutschland die richtige Aufeinanderfolge der Schichten und die Grundlage des Gebirgsbaues gewonnen.

Auch an der Erforschung der Alpen nahm Merian mit seinen Freunden B. Studer und Escher von der Linth lebhaft Antheil, indem er meist die Bearbeitung des paläontologischen Theils der auf den vielfach gemeinschaftlich unternommenen Reisen gewonnenen Resultate übernahm. Ins-

besondere machte er sich durch die Beschreibung der Versteinerungen aus den rhätischen Schichten Vorarlbergs verdient. Daran schlossen sich immer weiter gehende Details der Stratigraphie über Gletscherbildung und Schlussfolgerungen über die Mechanik der Gebirgsbildung an. Er erwarb sich auch das Verdienst, frühzeitig genaue meteorologische Aufzeichnungen gemacht zu haben, wodurch Basel einen ersten Rang als meteorologische Station einnahm. In seinen letzten Veröffentlichungen suchte der erfahrene Gelehrte zu begründen, dass die Fortbildung der Erdrinde zu allen Zeiten eine allmählich fortschreitende, nicht periodenweise abgebrochene gewesen ist und dass auch die Organismen in diesen verschiedenen Epochen der Erdbildung sich nur allmählich veränderten, indem einzelne Arten von Pflanzen und Thieren verschwinden, während andere sich mehr oder weniger lange erhalten.

Alle seine wissenschaftlichen Arbeiten bezeugen eine scharfe Beobachtungsgabe, eine ungewöhnliche Kenntniss der Versteinerungen, und eine seltene Gründlichkeit und Zuverlässigkeit. Durch diese Eigenschaften wurde er zu einer Autorität in Fragen, welche sich auf paläontologische Vorkommnisse in den Alpen bezogen, an welche man sich allerseits um Aufschluss wandte.

So stand Merian als ein wahrer Förderer von Bildung und Gesittung weit und breit in hohem Ansehen: er war wie ein Patriarch von Allen verehrt, die ihn kannten. Das Gute, das seine unerreichbare Pflichttreue, welche ihn nur für das Wohl seiner Mitmenschen thätig sein liess, stiftete, wird noch lange Zeit in der Wissenschaft und in seiner Vaterstadt nachwirken.[1])

---

1) Zu obigem Nekrologe wurden die Rektoratsrede von Rütimeyer: „Der Rathsherr Peter Merian" benützt, sowie Mittheilungen von Herrn v. Gümbel.

## Oswald Heer.

Geboren den 31. August 1809, gestorben den 27. September 1883.

Man findet nicht selten, dass der Anblick der grossartigen Natur der Schweiz bei den Bewohnern dieses Landes die Lust zur Erforschung der heimischen Berge, ihrer Gletscher, Gesteine und Pflanzen, sowie zur Naturwissenschaft überhaupt erweckt.

Zu diesen gehört auch der berühmte Botaniker, Pflanzengeograph und Paläontologe Oswald Heer, der in der frühesten Jugend das Werk begann, das er mit immer steigender Bedeutung in den letzten Jahren seines langen thätigen Lebens so herrlich zu Ende führen durfte.

Oswald Heer ward geboren in dem Dorfe Nieder-Utzwyl im Kanton St. Gallen, woselbst sein Vater Pfarrer war. Die Familie siedelte bald darauf nach dem herrlich gelegenen Matt im Kanton Glarus über. Der Vater unterrichtete den lernbegierigen, talentvollen Sohn bis zu dessen Abgang an die Universität und bestimmte ihn zum Theologen; in den Mussestunden gab sich der junge Heer aber schon damals eifrig und mit Erfolg dem Sammeln von Pflanzen und Insekten hin. Von dem Chorherrn Blumer in Glarus, der eine naturwissenschaftliche Sammlung besass, erhielt er das erste naturwissenschaftliche Buch geliehen, das er abschrieb und abzeichnete; Blumer scheint auf den Knaben einen grossen Einfluss ausgeübt zu haben, denn nach ihm wurde später von Heer eines der merkwürdigsten fossilen Gebilde, ein Vogelrest aus den alttertiären Fischschiefern von Matt, Protornis Blumeri benannt.

An der Universität Halle widmete Heer sich dem Studium der Theologie, vergass aber die Naturwissenschaft nicht. Nach zurückgelegten Studienjahren machte er in St. Gallen die philologisch-philosophische und theologische Staatsprüfung; dann aber entschied er sich ganz für die Naturwissenschaften

und ordnete zunächst die bedeutende Insektensammlung des Herrn Escher-Zollikofer in Zürich, wodurch er sich die für seine späteren Arbeiten so wichtigen Kenntnisse der Insekten aneignete.

Als im Jahre 1833 die Züricher Universität gegründet wurde, an welcher anfangs Oken noch sämmtliche Naturwissenschaften vertrat, habilitirte sich Heer als Privatdozent für Botanik und Entomologie. Er wurde bald zum Professor an der Universität ernannt; später (1855) erhielt er bei Errichtung des Polytechnikums auch die Professur für spezielle Botanik sowie die Direktion des botanischen Gartens, welche Stellen er bis zum Jahre 1882 bekleidete, wo er sich von allen Aemtern zurückzog, um seine letzten Kräfte ganz der Vollendung des Hauptwerkes seines Lebens, der Flora arctica grönlandica zu widmen.

In der ersten Zeit seiner fünfzigjährigen wissenschaftlichen Thätigkeit beschäftigte sich Heer mit systematischer Botanik und Entomologie, vorzüglich der Schweizer-Flora und Fauna, worin er bei seinen Wanderungen durch die Alpen zahlreiche getreue Beobachtungen machte, dann aber mit Phytopaläontologie, wodurch er einer der Begründer dieser Wissenschaft wurde.

Mit eisernem Fleisse und unermüdlicher Ausdauer, die um so mehr zu bewundern sind als er viele Jahre durch körperliche Leiden an's Zimmer gefesselt war, bewältigte er, zurückgezogen von dem zerstreuenden Getriebe des öffentlichen Lebens, in einem echten, beneidenswerthen Gelehrtendasein das enorme, von ihm selbst gesammelte und ihm von allen Seiten zugetragene Material, namentlich von fossilen Pflanzen und Insekten.

Schon in seiner ersten als Doktordissertation erschienenen Arbeit: „Beiträge zur Pflanzengeographie“ wird der Einfluss des Klima's und des Bodens auf die Vertheilung der Alpenpflanzen untersucht. Daran anschliessend prüfte er die geo-

graphische Verbreitung der jetzt lebenden Pflanzen und Insekten, besonders der Schweiz und Madeiras, und die physischen Bedingungen ihrer Existenz.

Seine so erworbenen ausgebreiteten Kenntnisse der lebenden Pflanzen und Insekten verwerthete er nun zur Untersuchung der fossilen Formen in den verschiedensten Stufen der Erde. Dieselben kamen ihm besonders zu Statten, da die Pflanzen und Insekten bekanntlich innige Beziehungen zu einander haben, indem vielfach die Existenz der einen an die der andern geknüpft ist, so dass man aus dem Vorkommen gewisser Insekten auf gewisse Pflanzen zu schliessen vermag. Er lehrte zur Unterscheidung der fossilen Insekten bis dahin wenig beachtete Momente berücksichtigen, wie z. B. den Verlauf der Adern der Flügel, welche letztere in den älteren Formationen häufig allein erhalten sind. Er besass aber auch das Talent, reiche Fundgruben fossiler Organismen auf die für die Wissenschaft nützlichste Weise systematisch auszubeuten, z. B. die zu Oeningen am unteren Bodensee im Badischen oder die Liasinsel des Aargaues, die Schambelen. So war es ihm möglich, die Entwicklungsgeschichte einzelner Gattungen durch zahlreiche Glieder hindurch zu verfolgen.

Diese seine wahrhaft grossartigen paläontologischen Untersuchungen liessen ihn endlich weittragende Schlüsse ziehen über die lokalen Verschiedenheiten und den Wechsel der Temperatur und des Klima's während der Entwicklung der Erde, über die Ursachen der geographischen Verbreitung der Pflanzen und über die Entstehung und Umbildung der Arten.

Es sei mir gestattet einige der wichtigsten Resultate seiner Arbeiten, welche vorzüglich in dem dreibändigen Werke „Flora tertiaria Helvetiae", ferner in der „Flora fossilis arctica" in 7 Bänden, in zahlreichen über fossile Floren handelnden Schriften, und in dem vortrefflichen Werke „Urwelt

der Schweiz", welches sowohl durch die glänzende Schreibweise, als auch durch die klare, allgemein verständliche und doch wissenschaftliche Darstellung als ein wahres Muster einer geologischen Landesbeschreibung gelten kann, niedergelegt sind, hier kurz anzuführen.

In den carbonischen Lagen, auch im Jura und der unteren Kreide, findet sich durch ausgedehnte Gebiete eine grosse Gleichmässigkeit der Flora. Heer schloss daraus, dass damals das gleiche Klima über die ganze Erde geherrscht habe. Erst in der oberen Kreide kommen die ersten Anzeichen einer niedrigeren Temperatur im Norden, bestimmtere im Miocän vor. Indem nun Heer seine Erfahrungen über die Beziehungen der lebenden Pflanzen zum Klima auf die Tertiärflora anwendete und für jede fossile Pflanze die nächsten lebenden Verwandten aufsuchte, berechnete er als mittlere Temperatur für die miocäne Schicht für die Schweiz 20.5° C, für Grönland 12°, für Spitzbergen 9°, für Grimmelland 8°. Damals blühte also in Grönland und den Polarländern eine Flora, welche der heutigen gemässigten Zone entsprach. In den verschiedenen geologischen Perioden war demnach auch die mittlere Temperatur des gleichen Erdtheils verschieden; für die Schweiz in der Carbonzeit bis zur mittleren Kreide 23—25°, für Unter-Miocän 20.5°, für Ober-Miocän 18.5°, für Ober-Pliocän 9°, für die erste glaziale Periode 5°, für die interglaziale 8—9°, für die zweite glaziale 4°, während sie für die jetzige Zeit 9° beträgt.

Wodurch diese Aenderungen im Klima auf der Erde bedingt sind, das erörtert Heer nicht weiter, es liegt dies ausser dem Bereiche seiner Forschung, er constatirt dieselben nur als nothwendige Folgerung aus seinen Beobachtungen. Dass es sich dabei nicht um eine gleichmässige Abnahme der Temperatur auf der Erde handelt, das wird durch das Auftreten der Eiszeit und noch mehr durch die wärmere interglaziale Periode dargethan.

Trotz jener Gleichmässigkeit der Flora und des Klima's über die ganze Erde schon in den paläo- und mesocoischen Zeitabschnitten beobachtete Heer doch, dass damals manche Arten nur auf bestimmte Gebiete beschränkt vorkommen, wesshalb er gewisse Entstehungsheerde für dieselben annahm. In den jüngeren Formationen bilden sich aber, mit dem Auftreten verschiedener Temperaturen, bestimmt ausgeprägte Pflanzenbezirke aus. So namentlich das grosse Pflanzengebiet der Miocänzeit in den arktischen Regionen, welches die Heimath der Typen der gemässigten Zone wurde, indem bei der allgemeinen Erkaltung die Organisation von dem Nordpole südwärts, nach Nordamerika, Europa und Nordasien, auswanderte. Durch Heer wurde dadurch im hohen Norden die Brücke aufgefunden, welche die Flora und Fauna Europa's mit der von Nordasien und Nordamerika verbindet. Es wurde klar, warum man in der europäischen Tertiärformation zahlreichen nordamerikanischen Typen, ebenso vielen europäisch asiatischen Tertiärpflanzen in Grönland, Spitzbergen und Nordkanada begegnet; die Formen sind äusserst ähnlich und entsprechen aus einem Stamm entsprossenen Arten. Die Heimath der tropischen und subtropischen Formen ist dagegen im Süden, von wo aus ihre Ausbreitung in der Richtung nach Norden zu stattfand. So kommt es, dass in der miocänen Flora Europa's sich Mischungen der in der eocänen vorkommenden südlich indischen mit der aus den arktischen Zonen eingewanderten finden.

In der Quartärzeit finden in Folge der beträchtlicheren und häufigeren Schwankungen der Temperatur zahlreiche Wanderungen der Pflanzen statt. Es ergab sich namentlich in Folge der Vergletscherung im Norden eine neue Verdrängung der Pflanzen nach südlichen wärmeren Gebieten, und zwar der jetzt noch lebenden arktisch-alpinen Arten: diese nordischen Gebilde wurden später mit dem Rückgang der Gletscher und dem Wiedererscheinen eines wärmeren

Klima's abermals grösstentheils verjagt und nur wenige konnten an günstigen Orten weiter bestehen.

Später verfolgte Heer durch Untersuchung der Flora der Schweizer Pfahlbauten, namentlich der Samen, die Spuren unserer Kulturpflanzen, wodurch er wichtige Data für die Geschichte des Pflanzenreichs in der historischen Zeit gewann.

Wenn man in Grönland in älteren Perioden eine mittlere Jahrestemperatur von über 20° annehmen muss, weil man in den Kreideschichten da, wo jetzt Alles in Eis starrt, Cycadeen und andere Tropenpflanzen vorfindet, und für die Miocänzeit eine solche von 12° erschliessen kann, so liegt es nahe zu glauben, es wäre dorten auf die ursprünglich tropische Pflanzenwelt allmählich eine subtropische, dann eine solche eines gemässigten und endlich eines arktischen Klima's gefolgt. Auffallender Weise vermag man jedoch solche allmähliche Uebergänge nicht nachzuweisen, vielmehr sieht man zwischen der Kreide- und Miocänflora eine breite Kluft, ebenso zwischen der tertiären und der lebenden Flora.

Ueberhaupt gelang es Heer nicht in den auf einander folgenden geologischen Schichten allmähliche Uebergangsformen der zahllosen, wenn auch nahe verwandten Arten, aufzufinden; auch konnte er seit der diluvialen Periode keine neuen Arten mehr entdecken, wenn auch seitdem manche Arten ausgestorben sind und andere Gruppirungen derselben stattgefunden haben, auch allerlei Varietäten durch Anpassung an Klima und Lokalität sich ausgebildet haben.

Durch diese Erfahrungen veranlasst hielt Heer an dem Begriff Species fest und kam er zu der Ueberzeugung, dass der Uebergang der Arten in andere in einer im Verhältniss zu ihrer Lebensdauer kurzen Zeit vor sich gegangen sein müsse und dass derartige „Umprägungen", wie er solche Aenderungen nannte, nur zeitweilig stattgefunden haben können. Durch welche Ursachen die „Umprägung" hervorgerufen wird, das ist nach Heer noch völlig in Dunkel ge-

hüllt. Die Erklärung Darwin's über die Entstehung der Arten erschien ihm mit seinen Beobachtungen unvereinbar zu sein.

Es ist nicht zu verwundern, dass so weittragende, wenn auch stets aus Beobachtungen direkt abgeleitete Vorstellungen, welche aber vielfach mit den Schlüssen aus anderen Beobachtungen und mit herrschenden Anschauungen nicht in Uebereinstimmung zu bringen waren, zuweilen heftigen Widerspruch erweckten. Wer darin schliesslich auch Recht behalten möge, jedenfalls hat Heer durch seine Thätigkeit ein grosses und sicheres Material geschaffen, welches zur Lösung der von ihm angeregten und erörterten wichtigen Fragen einen bedeutsamen Theil beitragen wird.

In Heer ist ein hervorragender Naturforscher dahingeschieden. Nur durch die mühsame und nüchterne Beobachtung der Reste der Organismen vergangener Zeiten, und durch die Verschmähung jeder Spekulation und unsicheren Hypothese gelang es ihm über allgemeine Probleme, welche weit über seine Detailforschung hinausgingen, über die Pflanzen- und Thiergeographie, über die früheren Zustände an der Erdoberfläche und über die Veränderungen kosmischer Verhältnisse, neue und befruchtende Gedanken zu erwecken. Aus seinem Beispiele kann man abermals ersehen, dass es in der Naturforschung zunächst und vor Allem gilt mit Anstrengung aller geistigen Kraft durch Beobachtung und Experiment Thatsachen zu sammeln; dann ergeben sich auch von selbst die Erklärungen für gewisse Erscheinungen in einem engeren oder weiteren Gebiete. Niemals wäre der menschliche Verstand ohne jene mühsamen Erfahrungen zu den Schlüssen gelangt, wie sie Heer hat ziehen können. Ein Ausdenken von Möglichkeiten enthüllt nicht die Ursachen der Dinge, sondern giebt nur Fragen für die Forschung, welche dann zuzusehen hat, ob es sich in Wirklichkeit so verhält, wie man vorausgesetzt hat.

Nicht das Aufstellen von zumeist rasch wechselnden Theorien, sondern das Auffinden bedeutsamer, unvergänglicher Thatsachen bestimmen den bleibenden Werth eines Forschers für die Wissenschaft.

Die hohe Bedeutung Heer's für die Naturwissenschaft wurde anerkannt durch die Erwählung zum Mitgliede vieler Akademien und gelehrter Gesellschaften, durch die Verleihung der Wollaston-Medaille, der Royal medal durch die Royal Society of London und des Cuvier-Preises von der französischen Akademie.

Heer wusste als denkender Forscher, dass dem Menschen in der Erkennung der Ursachen der Dinge und in seinem Wissen unübersteigliche Schranken gesetzt sind; indem er sich diese Erkenntniss weiter zu deuten suchte, lebte er der festen Ueberzeugung und des zuversichtlichen Glaubens, dass ein allmächtiger und allweiser Schöpfer Himmel und Erde nach vorbedachtem Plane erschaffen habe. Dieser Ueberzeugung gemäss war auch sein Leben; er blieb stets ein schlichter bescheidener Mann, voll Milde und Güte für Alle, die ihm nahe traten[1]).

**Peter Theophil Riess,**

welcher seit dem Jahre 1872 unserer Akademie als auswärtiges Mitglied angehörte, ist im 80. Lebensjahre am 22. Oktober 1883 zu Berlin nach kurzem Krankenlager gestorben.

Selten ist wohl ein an wissenschaftlichen Erfolgen reiches

1) Zu vorstehendem Nekrologe wurden benützt: ein Nekrolog von Dr. C. Schröter in der neuen Züricher Zeitung vom 16. bis 18. Oktober 1883; eine Biographie von Rothpletz im botanischen Centralblatt 1884 Bd. 17 Jahrg. 5 S. 157; eine Gedächtnissrede in der physikal. ökonom. Gesellschaft zu Königsberg von Dr. Alfred Jentzch, in den Schriften der physik.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg 1884 Bd. 25; endlich Mittheilungen von Herrn v. Gümbel.

Leben so einfach und so gleichmässig abgelaufen wie das jenige von Riess; man hat seinen äusseren Lebensgang der Hauptsache nach geschildert, wenn man angiebt, er habe, in völlig unabhängiger Lage sich befindend, seine ganze Zeit stiller und fruchtbarer geistiger Arbeit gewidmet.

Riess wurde am 27. Juni 1804 zu Berlin geboren. Sein Vater war ein geachteter Juwelenhändler, der es durch den Betrieb seines Geschäftes zu einem grossen Wohlstande gebracht hatte und seinen Sohn studiren liess. Nach Absolvirung des Gymnasiums „zum grauen Kloster“ trat der junge Riess im Jahre 1824 an die Universität Berlin über, woselbst er mit Vorliebe physikalischen Studien oblag und im Jahre 1831 durch seine Dissertation: „de telluris magnetismi mutationibus et diurnis et menstruis“ den Doktorgrad sich erwarb.

Seine Neigung blieb auch darnach der Physik zugewendet, und unter gewöhnlichen Umständen hätte er wohl die akademische Carriere eingeschlagen. Er erhielt auch einige Jahre nach seiner Promotion einen Ruf als ordentlicher Professor der Physik an die Universität Breslau, schlug denselben jedoch aus, um seinem Vater nahe zu bleiben und den kränklichen Mann in seinem Geschäfte unterstützen zu können. Auch später nach dem Tode des Vaters erschien es ihm wünschenswerther seine volle Unabhängigkeit zu bewahren als sich durch ein Amt zu binden.

Der vermögliche Mann gab sich aber nicht einer gemächlichen Ruhe hin; von Jugend auf zur Thätigkeit erzogen und sie liebend, benützte er während eines langen Lebens sein Talent, seine Musse und seine Mittel zu emsiger wissenschaftlicher Forschung. So kam es, dass Riess nie physikalische Vorlesungen hielt, wohl aber ein Gelehrter wurde, der wegen seiner Verdienste um die Wissenschaft reiche Anerkennung sich erwarb. Seit dem Jahre 1842 gehörte er der Berliner Akademie als wirkliches Mitglied an.

Das Hauptgebiet seiner Forschung war die Lehre von der Reibungselektricität. Riess hat wohl alle Erscheinungen auf diesem Gebiete selbst beobachtet und kritisch geprüft, und neue Thatsachen durch neue Methoden mit ausserordentlicher Genauigkeit und Zuverlässigkeit festgestellt. Es gelang ihm aber auch die mannigfachen Erfahrungen zu ordnen und durch leitende Ideen in Verbindung zu bringen.

Besonders erwähnenswerth sind seine Messungen des elektrischen Leitungswiderstandes der Metalle mittelst des Luftthermometers, nach welchen der früher angenommene Unterschied zwischen Reibungselektricität und galvanischen Strömen nicht mehr festgehalten werden konnte; ferner die Untersuchungen über den Entladungsstrom der Leidener Batterie, die über elektrische Influenz und die Theorie der Elektrophormaschinen.

Bei der Erklärung der elektrischen Erscheinungen an Isolatoren vermochte sich Riess nicht von der alten Ansicht zu trennen, dass es sich hier um eine elektrische Fernwirkung handele, während Faraday dabei eine dielektrische Polarisation, d. h. eine Wirkung von Theilchen zu Theilchen annahm. Es knüpfte sich daran ein längerer interessanter Streit, bei dem jeder der beiden seine theoretische Auffassung festhielt.

Die Resultate seiner Forschung finden sich in zahlreichen Abhandlungen theils in Poggendorff's Annalen theils in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie veröffentlicht; dieselben sind einheitlich verwerthet in der im Jahre 1853 in 2 Bänden erschienenen „Lehre von der Reibungselektricität" und in den 1867 und 1879 erschienenen „Abhandlungen zu der Lehre von der Reibungselektricität." Riess hat durch dieselben eine Umgestaltung dieses Theiles der Elektricitätslehre herbeigeführt und Gesetze entdeckt, welche rückwärts für bereits bekannte Erscheinungen erst Aufklärung und Verständniss brachten.

Ausser mit seinem Hauptfache, der Elektricität, hat sich Riess auch mit Fragen des Magnetismus, der Phosphorescenz und Fluorescenz des Lichtes und der Akustik beschäftiget. Er hatte aber auch stets ein lebhaftes Interesse für andere Zweige des menschlichen Wissens und Könnens, vorzüglich für Geschichte, Literatur und Musik. Dadurch war sein gastliches Haus für lange Zeit hindurch der Mittelpunkt einer anregenden Geselligkeit, wo fast alle bedeutenderen Gelehrten Berlins gerne verkehrten und Erholung von der Arbeit des Tages fanden.

Der Name Riess wird für immer mit der Entwicklung der Lehre von der Reibungselektricität verknüpft bleiben.[1])

---

1) Mit Benützung der gütigen Mittheilungen des Schwiegersohnes von Riess, des Professors G. H. Quincke in Heidelberg, correspondirenden Mitgliedes der Akademie.

Sitzung vom 3. Mai 1884.

Herr v. Jolly legt eine von dem correspondirenden Mitgliede, Herrn A. Wüllner eingesandte Abhandlung vor:

„Ausdehnung der Dispersionstheorie auf die ultrarothen Strahlen."

## I.

Im zweiten Bande der vierten Auflage meiner Experimentalphysik habe ich aus der von Herrn v. Helmholtz[1]) gegebenen Dispersionstheorie eine Gleichung zwischen den Brechungsexponenten und Wellenlängen entwickelt[2]), welche für die farblos durchsichtigen Medien drei Constanten enthält, und von der ich später gezeigt habe[3]), dass sie nur eine andere Form der von Herrn v. Helmholtz selbst entwickelten ist. Die Gleichung ist

$$n^2 - 1 = - P\lambda^2 + Q \frac{\lambda^4}{\lambda^2 - \lambda^2_m}$$

worin n der Brechungsexponent, $\lambda$ die Wellenlänge des Lichtes im freien Raume, P, Q, $\lambda_m$ die durch die Beschaffenheit des brechenden Mittels bedingten Constanten sind. Von diesen ist $\lambda_m$ die Wellenlänge, welche im freien Raume den Schwing-

1) von Helmholtz. Poggend. Ann. Bd. CLIV.

2) Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik II. Bd. 4. Aufl. § 23. Leipzig bei Teubner 1883.

3) Wüllner, Wiedemann Annal. Bd. XVII p. 580.

ungen zukommt, welche die Moleküle vollführen würden, wenn sie ohne jegliche Reibung sich bewegten[1]).

Ich zeigte weiter, dass die Constanten P und Q stets sehr nahe gleich sind, und dass man in Folge dessen die Brechungsexponenten der sichtbaren Strahlen in farblos durchsichtigen Mitteln durch die Gleichung mit 2 Constanten hinreichend darstellen könne, welche sich ergibt, wenn man P = Q setzt, und welche in der Form

$$n^2 - 1 = Q \frac{\lambda^2_m}{1 - \left(\frac{\lambda_m}{\lambda}\right)^2}$$

schon von H. Lommel abgeleitet war.

Die schönen Messungen des Herrn Mouton[2]) der Wellenlänge und Brechungsexponenten der ultrarothen Strahlen im Quarz und Flintglas geben Gelegenheit die Anwendbarkeit der obigen Dispersionsgleichung auch für die ultrarothen Strahlen zu prüfen. Von besonderem Interesse sind die Messungen der Brechungsexponenten der ordentlichen Strahlen im Quarz, weil wir hierdurch die Brechungsexponenten dieser Strahlen in dem ganzen Umfange des Spectrums kennen, da uns Esselbach's[3]) und Mascart's[4]) Messungen die Brechungsexponenten bis zum äussersten Ultraviolett geliefert haben.

Zu den Messungen des Herrn Mouton kommen noch die jetzt veröffentlichten des Herrn Langley[5]) der Brechungs-

1) Es beruht auf einem Missverständnisse, wenn Herr Dr. Rudolphi in seiner Dissertation (Halle 1883) annimmt, $\lambda_m$ solle der am stärksten absorbirte Strahl sein. Nach dem Erscheinen meiner Optik ist das Missverständniss wohl nicht mehr möglich, da ich § 29 und § 51 ausführlich den Werth der stärkst absorbirten Wellen besprochen habe.

2) Mouton, Comptes Rendus. T. LXXXVIII p. 1078 und 1189.

3) Esselbach, Poggend. Ann. Bd. XCVIII.

4) Mascart, Comptes Rendus T. LVII p. 789; LVIII p. 1111.

5) Langley, American Journal of Science, Vol. XXVII März 1884.

exponenten in einem Flintglas, welche im ultrarothen noch weiter gehen als die Mouton'schen und noch einen angenäherten Werth des Brechungsexponenten für $\lambda = 0{,}0028$ geben. Herr Langley vergleicht in seiner Abhandlung die gemessenen Brechungsexponenten mit den Dispersionsgleichungen von Beriot, Cauchy und Redtenbacher, und zeigt, dass selbst die Briot'sche mit 4 Constanten, wenn auch den Beobachtungen am nächsten kommend, doch die Beobachtungen im ultrarothen nicht hinreichend wiederzugeben vermag.

In Folge dieser Mittheilung des Herrn Langley möge es mir gestattet sein, die grosse Ueberlegenheit der aus der Helmholtz'schen Dispersionstheorie sich ergebenden Gleichung nachzuweisen, welche mit 3 Constanten die Brechungsexponenten in dem ganzen Umfange der Beobachtungen darzustellen im Stande ist.

## II. Brechungsexponenten der ordentlichen Strahlen im Quarz.

Berechnet man die Constanten der Dispersionsgleichung aus der Beobachtung Mouton's

$$\lambda = 14{,}5 \qquad n = 1{,}5289$$

wo für $\lambda$ als Einheit der zehntausendste Theil des Millimeters gesetzt ist und aus denen Esselbach's

$$\lambda = 6{,}87 \qquad n = 1{,}5414$$
$$\lambda = 3{,}09 \qquad n = 1{,}5737$$

so erhalten die drei Constanten der Dispersionsgleichung folgende Werthe

$$P = 1{,}782\,264 \qquad \log P = 0{,}250\,791\,9$$
$$Q = 1{,}782\,134 \qquad \log Q = 0{,}250\,940\,4$$
$$\lambda_m^2 = 0{,}762\,993 \qquad \log \lambda_m^2 = 0{,}882\,520\,4 - 1.$$

In der nachfolgenden Tabelle sind die beobachteten und die mit diesen Constanten berechneten Brechungsexponenten

zusammengestellt. Columne I enthält die Wellenlängen, im ultrarothen nach Mouton, im sichtbaren Theile des Spectrums und im ultravioletten nach Esselbach; Columne II die Brechungsexponenten, bis zur Wellenlänge 8,8 nach Mouton, von da ab nach Esselbach, Columne III die berechneten Brechungsexponenten, Columne IV unter $\Delta$ die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung, Columne V die von Mascart beobachteten Brechungsexponenten und Columne VI die von Mascart angegebenen Wellenlängen, soweit sie im ultraviolett von den Angaben Esselbach's abweichen.

| Wellenlängen $\lambda$ | Brechungsexponenten n beob. | Brechungsexponenten n ber. | $\Delta$ | Brechungsexponenten nach Mascart | Wellenlängen nach Mascart |
|---|---|---|---|---|---|
| 21,4 | 1,5191 | 1,5176 | —15 | | |
| 17,7 | 1,5247 | 1,5241 | — 6 | | |
| 14,5 | 1,5289 | 1,5289 | ± 0 | | |
| 10,8 | 1,5338 | 1,5341 | + 3 | | |
| 8,8 | 1,5371 | 1,5373 | + 2 | | |
| 6,87 | 1,5414 | 1,5414 | ± 0 | 1,5410 | |
| 6,56 | 1,5424 | 1,5421 | — 3 | 1,5419 | |
| 5,89 | 1,5446 | 1,5446 | ± 0 | 1,5442 | |
| 5,26 | 1,5476 | 1,5475 | — 1 | 1,5472 | |
| 4,845 | 1,5500 | 1.5500 | ± 0 | 1,5497 | |
| 4,29 | 1,5546 | 1,5544 | — 2 | 1,5543 | |
| 3,93 | 1,5586 | 1,5584 | — 2 | 1,5582 | |
| 3,79 | 1,5605 | 1,5602 | — 3 | 1,5602 | 3,82 |
| 3,66 | 1,5621 | 1,5622 | + 1 | 1,5615 | 3,73 |
| 3,50 | 1,5646 | 1,5649 | + 3 | 1,5640 | 3,58 |
| 3,36 | 1,5674 | 1,5675 | + 1 | 1,5668 | 3,44 |
| | | | | 1,5684 | 3,36 |
| 3,29 | 1,5690 | 1,5689 | — 1 | | |
| 3,23 | 1,5702 | 1,5702 | ± 0 | | |
| 3,09 | 1,5737 | 1,5737 | ± 0 | | |

Wie Columne IV der Tabelle zeigt, erreichen die Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung nur einmal, und zwar für den an der äussersten Grenze des Spectrums gefundenen Werth die dritte Decimale: die sonstigen Differenzen überschreiten nirgendwo die durch die unvermeidlichen Unsicherheiten bedingten Grenzen. Dass auch die Differenz des ersten Werthes gegen die Beobachtung die mögliche Unsicherheit nicht überschreitet, ergibt sich schon aus der Vergleichung der von Esselbach und der von Mascart gegebenen Werthe. In dem sichtbaren Theile des Spectrums stimmen die Beobachtungen Mascart's mit denen Esselbach's und ebenso mit den berechneten sehr gut überein, die Unterschiede sind höchstens 4 Einheiten der vierten Decimale. Im ultravioletten dagegen sind die Unterschiede für gleiche Wellenlängen grösser, für $\lambda = 3{,}36$ beträgt er eine Einheit der dritten Decimale. Auch die übrigen Werthe Mascart's sind grösser als sie die aus den Mouton-Esselbach'schen Zahlen abgeleitete Gleichung liefert. Es gibt die Gleichung für

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\lambda = 3{,}73$ | $n = 1{,}5611$ | anstatt | 1,5615 |
| 3,58 | 1,5634 | „ | 1,5640 |
| 3,44 | 1,5661 | „ | 1,5668 |

Diese Verschiedenheit zwischen den Zahlen von Esselbach und Mascart beweist eben, dass in den unsichtbaren Theilen des Spectrums die Unsicherheit so gross ist, dass die Differenzen zwischen den von Mouton beobachteten und den nach unserer Gleichung berechneten Werthen der Brechungsexponenten in der That innerhalb der Grenzen der Unsicherheit liegen. Daraus und ebenso aus der unregelmässigen Vertheilung der Differenzen nach der positiven und negativen Seite folgt zweifellos, dass die aus der Helmholtz'schen Dispersionstheorie abgeleitete Gleichung die Brechungsexponenten für die ganze Ausdehnung des Spectrums darstellt,

in einer Ausdehnung, in welcher sich die Wellenlängen von 1 zu 7 ändern.

Auch hier zeigt sich, dass die Constanten P und Q der Gleichung sehr nahe gleich sind. Indess lässt sich doch nicht, was für den sichtbaren Theil des Spectrums bei farblos durchsichtigen Körpern meist hinreichend ist, P = Q setzen, somit kann man nicht die vereinfachte Gleichung

$$n^2 - 1 = Q \frac{\lambda^2{}_m}{1 - \left(\frac{\lambda_m}{\lambda}\right)^2}$$

zur Berechung benutzen. Die Esselbach'schen Zahlen allein lassen sich durch eine solche Gleichung fast ebenso gut darstellen, wie durch unsere Gleichung; diese Gleichung liefert aber für ein unendlich grosses $\lambda$ als Brechungsexponenten etwa 1,526. Die Mouton'schen Zahlen allein lassen sich durch die vereinfachte Gleichung nicht darstellen. Berechnet man aus den Werthen für $\lambda = 8{,}8$ und $\lambda = 21{,}4$ die Constanten, so werden die zwischen liegenden Werthe erheblich zu klein. Man bedarf daher zur Darstellung der Dispersion durch das ganze Spectrum der Gleichung mit 3 Constanten.

## III. Brechungsexponenten in einem Flintglas.

Herr Langley hat die Brechungsexponenten im ultrarothen bis zu einer Wellenlänge 23,56 direkt gemessen. Die Grenze des Spectrums schätzt er bei einer Wellenlänge 28 und den Brechungsexponenten an dieser Stelle 1,5435. Im ultravioletten hat Herr Langley den Brechungsexponenten der Linie O gemessen, deren Wellenlänge er mit Herrn Mascart gleich 3,44 setzt, während Esselbach für O den Werth 3,36 setzt, ein Unterschied, der in dieser Region des Spectrums erheblich ist. Es ist daher, da Herr Langley die Wellenlänge der als O bezeichneten Linie nicht selbst gemessen hat, unsicher, welche Wellenlänge dieser Linie zuzuschreiben ist.

Zu dem Werthe 3,44 passt der Brechungsexponent nicht; die mit diesem Werthe und irgend zwei andern Paaren Wellenlängen und Brechungsexponenten berechnete Gleichung stellt die Beobachtungen nicht hinreichend dar. Ich habe zur Berechnung der Constanten verwandt die Werthe

$$\lambda = 3{,}968 \qquad n = 1{,}6070$$
$$\lambda = 7{,}601 \qquad n = 1{,}5714$$
$$\lambda = 18{,}10 \qquad n = 1{,}5544$$

Die Constanten werden

$$P = 0{,}983447 \qquad \log P = 0{,}992\,7509 - 1$$
$$Q = 0{,}983364 \qquad \log Q = 0{,}992\,7141 - 1$$
$$\lambda^2_m = 1{,}46109 \qquad \log \lambda^2_m = 0{,}164\,6773$$

In folgender Tabelle sind die berechneten und beobachteten Werthe mit ihren Differenzen zusammengestellt.

| Wellenlänge $\lambda$ | Brechungsexponenten n beob. | ber. | $\Delta$ |
|---|---|---|---|
| 23,56 | 1,5478 | 1,5476 | − 2 |
| 20,90 | 1,5511 | 1,5511 | ± 0 |
| 17,67 | 1,5549 | 1,5549 | ± 0 |
| 16,58 | 1,5562 | 1,5562 | ± 0 |
| 12,00 | 1,5625 | 1,5620 | − 5 |
| 10,10 | 1,5654 | 1,5650 | − 4 |
| 7,601 | 1,5714 | 1,5714 | ± 0 |
| 6,562 | 1,5757 | 1,5759 | + 2 |
| 5,89 | 1,5798 | 1,5801 | + 3 |
| 5,167 | 1,5862 | 1,5867 | + 5 |
| 4,86 | 1,5899 | 1,5904 | + 5 |
| 3,968 | 1,6070 | 1,6070 | ± 0 |

Für die Linie O, deren Wellenlänge Herr Langley gleich 3,44 setzt, findet er $n = 1{,}6266$. Die Rechnung liefert mit dieser Wellenlänge 1,6242. Nimmt man die Esselbach'sche

Wellenlänge 3,36, so wird n = 1,6277. Die zwischen beiden liegende Wellenlänge 3,39 würde 1,6267 liefern.

Als Grenzwellenlänge im Spectrum an der ultrarothen Seite gibt wie erwähnt Herr Langley 28 und den ungefähren Werth des Brechungsexponenten gleich 1,5435. Die Gleichung würde für die Wellenlänge 28 als Werth von n = 1,5412 liefern, also einen kleinern Brechungsexponenten; zu dem Werthe 1,5435 würde die Gleichung einen Werth $\lambda$ zwischen 26 und 27 verlangen, die Wellenlänge 27 gibt 1,5427.

Auch hier sieht man, lässt die Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung wenig zu wünschen übrig, gerade die Werthe im ultrarothen ergeben sich aus der Rechnung in schönster Uebereinstimmung mit der Beobachtung. Herr Langley gibt z. B. bei der Wellenlänge 10,1 die Unsicherheit der Beobachtung gleich $\pm$ 0,053; setzen wir hiernach als Wellenlänge den Werth 10,047, so würde das Berechnete n = 1,5652. Der Unterschied zwischen dem berechneten und beobachteten Brechungsexponenten selbst an der Grenze, also 1,5412 anstatt 1,5435 würde einen Unterschied in der Ablenkung von nur 11′ bedingen, eine Unsicherheit die in den Beobachtungen nach der ganzen Darlegung des Verfahrens des Herrn Langley hier ohne Zweifel vorhanden ist.

Auch diese Beobachtungen liefern einen unzweideutigen Beweis dafür, dass die aus der Helmholtz'schen Theorie sich ergebende Dispersionsgleichung die Abhängigkeit der Brechungsexponenten von den Wellenlängen ganz vortrefflich darstellt, so dass man dieselbe mit grosser Sicherheit benutzen kann, um aus beobachteten Brechungsexponenten unbekannte Wellenlängen abzuleiten.

---

Herr v. Pettenkofer trägt vor:

„Ueber Pneumoniekokken in der Zwischendeckenfüllung eines Gefängnisses als Ursache einer Pneumonie-Epidemie.“
Nach Versuchen von Dr. Rudolf Emmerich.

Die Erkrankungen an Lungenentzündung leitete man bis in die neueste Zeit vorwaltend von Kreislaufstörungen, hauptsächlich durch Erkältungen veranlasst, ab. Das nebenbei schon immer beobachtete zeitweise Auftreten gehäufter Erkrankungen in einzelnen Lokalitäten suchte man auch einfach mit der Annahme zu erklären, dass eben in diesen Lokalitäten besondere Gelegenheiten zu Erkältungen gegeben seien, oder andere disponirende Einflüsse mitwirken.

Vor Kurzem hat Friedländer nachgewiesen, dass die Pneumonie eine Infektionskrankheit sei, und durch Mikroorganismen verursacht werde, welche sich als Kokken in der pneumonischen Lunge finden, daraus rein gezüchtet und zu Infektionsversuchen an Thieren verwendet werden können.

Das k. Zuchthaus in Amberg hat seit langem auffallend viele Pneumoniekranke gehabt, zeitweise wahrhafte Hausepidemien von Lungenentzündung. Im Jahre 1880 erkrankten von ca. 600 Gefangenen 161 und starben 46 an Pneumonie. Obermedicinalrath Dr. v. Kerschensteiner beobachtete, dass die Fälle in den verschiedenen Räumlichkeiten des Zuchthauses sehr ungleich vertheilt waren, dass namentlich einige Schlafsäle die Hauptmenge lieferten, dass mithin ein lokales Moment hier mitspiele.

Dieses konnte nun in Verschiedenem gesucht werden. Als Nächstes erschien, den Infektionsstoff im sogenannten Fehlboden zu suchen, welchen die Untersuchungen von Herrn Dr. Emmerich als einen sehr günstigen Nährboden für Mikroorganismen hatten bereits erkennen lassen. Es wurden in den beiden am meisten ergriffenen Sälen die Bodenbretter aufgerissen, und von der darunter befindlichen Füllung Proben herausgenommen, und dem hygienischen Institute dahier zur Untersuchung überwiesen. — Dr. Emmerich hat die Untersuchung ausgeführt, und die Identität des aus der pneumonischen Lunge des Menschen und des aus der Zwischendeckenfüllung der siechhaften Schlafsäle des Amberger Zuchthauses gezüchteten Pneumoniepilzes bis zur Evidenz erwiesen.

In den Zwischendecken anderer Häuser konnte Emmerich bisher keine den Pneumoniekokken ähnliche Pilze auffinden.

Die genaue Beschreibung der Pneumoniekokken und die von Emmerich angestellten Untersuchungen und Versuche erscheinen im 1. Hefte des 2. Bandes des Archivs für Hygiene.

---

Herr v. Jolly übergibt ferner eine von dem correspondirenden Mitgliede, Herrn E. Lommel, verfasste Arbeit:

„Die Beugungserscheinungen einer kreisrunden Oeffnung und eines kreisrunden Schirmchens, theoretisch und experimentell bearbeitet."

Die Abhandlung wird in den Denkschriften erscheinen.

Sitzung vom 7. Juni 1884.

Herr P. Groth legt eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Friedrich Pfaff vor:

„Das Mesosklerometer, ein Instrument zur Bestimmung der mittleren Härte der Krystallflächen".

In früheren Mittheilungen (Sitzungsber. 1883. S. 55 und 372) habe ich Untersuchungen über die absolute Härte der Krystalle vorgelegt, welche auf einem Verfahren beruhten, das es möglich machte, in jeder beliebigen Richtung die Härte eines Krystalles nach einem bestimmten, für alle gleichmässig verwendbaren Maasse zu ermitteln. Hat man für ein und dieselbe Krystallfläche eine hinreichende Zahl solcher Härtebestimmungen in verschiedenen Richtungen vorgenommen, so kann man daraus auch die mittlere absolute Härte einer Krystallfläche bestimmen, oder genauer, berechnen. Verbindet man nehmlich die Endpunkte der Linien, welche in beliebigem, aber natürlich gleichem Maasse von dem Mittelpunkte einer Krystallfläche aus entsprechend den untersuchten Richtungen und dem in ihnen gefundenen Härtegrade aufgezeichnet worden sind, — wie es z. B. Tafel I und II meiner letzten Mittheilung für Kalkspath und Gyps geschehen ist, — durch Linien, so erhält man eine geschlossene Kurve. Offenbar giebt der Halbmesser eines Kreises, welcher gleichen Flächen-

inhalt mit einem dieser Kurven hat, das Maass für die mittlere Härte dieser Fläche an.

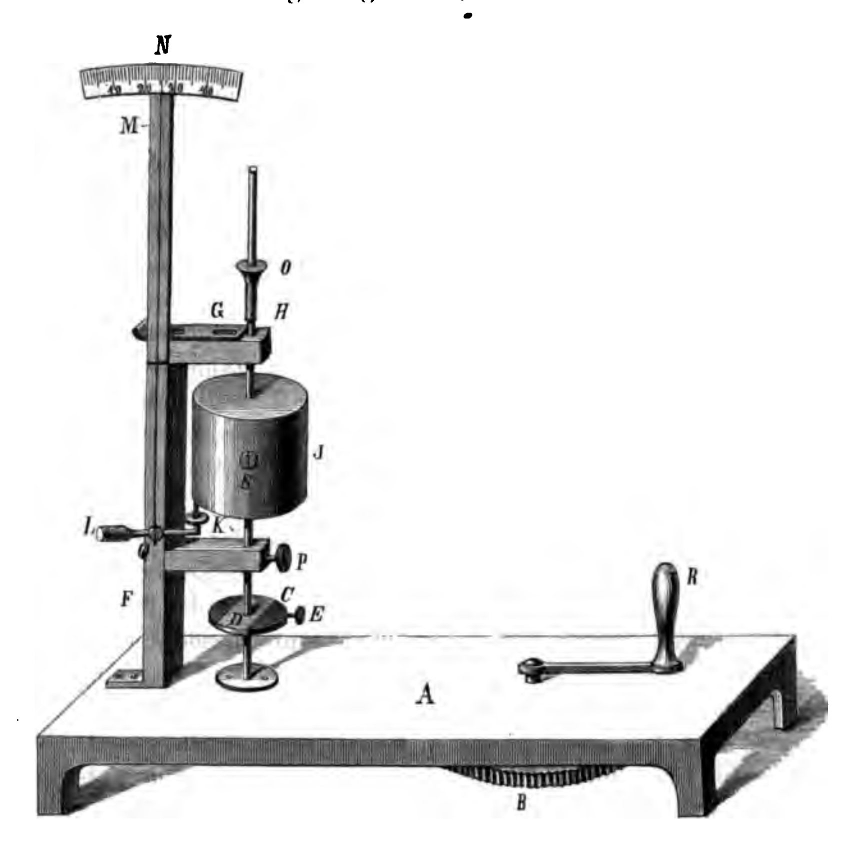
Selbstverständlich kann man aber auf diese Weise nur dann ein genaues Resultat erhalten, wenn man nach möglichst viel Richtungen hin die Härte untersucht hat, oder wenn man sich überzeugt hat, dass die Härteunterschiede nur nach wenigen Richtungen hin verschieden, die Kurve eine sehr einfache ist, welche die Härteverschiedenheiten graphisch darstellt. Nun ist aber gerade für die Vergleichung der Härte der verschiedenen Krystallflächen isomorpher Verbindungen, und auch für die praktische Verwerthung der Härtebestimmung gerade die mittlere Härte einer Krystallfläche von ganz besonderer Bedeutung. Unter diesen Umständen erschien es mir nun sehr wünschenswerth, ein Verfahren aufzufinden, welches es möglich machte, rasch und genau die mittlere Härte einer Krystallfläche mit einem einzigen Versuche zu ermitteln.

Diesem Zwecke entspricht nun, wie ich glaube ganz genügend, ein kleines Instrument, das ich als „Mesosklerometer“ bezeichnen möchte, eben weil es nur die mittlere Härte einer Krystallfläche zu bestimmen geeignet ist. Es beruht wie das früher von mir beschriebene auf dem Principe, die Härte einer Fläche dadurch zu ermitteln, dass man dieselbe als umgekehrt proportional der von einem unter sonst gleichen Umständen über sie hinbewegten Diamantsplitter von einer Krystallfläche fortgenommenen Menge der Substanz annimmt. Während aber das früher beschriebene Instrument stets nur in einer einzigen Richtung wirkte und daher auch nur die Härte nach einer Richtung zunächst anzeigt, soll das Mesosklerometer während eines Versuches gleichmässig nach allen Richtungen wirken und giebt dann auch nur die mittlere Härte einer Fläche an. Offenbar wird eine solche in allen Richtungen eintretende Abtragung einer Fläche durch eine kreisförmige Bewegung des Diamanten über die Fläche

erzeugt, und während das erste Instrument wie ein Hobel in einer Richtung thätig war, arbeitet bei dem Mesosklerometer der Diamant wie ein Bohrer, und auch bei diesem Verfahren werden wir annehmen dürfen, dass bei gleicher Belastung des Bohrers und gleicher Drehungsgeschwindigkeit die mittlere Härte umgekehrt proportional der in gleicher Zeit erzielten Tiefe des Bohrloches, oder, wenn man das Loch bei allen Krystallen gleich tief bohrt, direct proportional der Zahl der Umdrehungen des Bohrers sei.

Das Instrument nun, wie ich es bei zahlreichen Versuchen als wohl brauchbar erprobt habe, ist in folgender einfacher Weise eingerichtet. Da es den grossen Vorzug besitzt, ohne alle Wiegungen in sehr kurzer Zeit die mittlere Härte einer Fläche anzuzeigen und vor dem zuerst beschriebenen auch noch den weiteren, selbst für ganz kleine auch nur 2 mm lange und breite Krystallflächen verwendbar zu sein, dürfte es wohl einen Platz unter den Instrumenten des Mineralogen, wenn auch nur um rasch die Härteverschiedenheiten verschiedener Krystallflächen bei Vorlesungen zu demonstriren, beanspruchen können. Unter einer starken Messingplatte A der Figur S. 258 befindet sich, gestützt durch eine auf der Unterseite angebrachte, der Mitte der Platte parallel laufende Messingstange ein Zahnrad B. Dieses Zahnrad greift in ein kleines, dessen oberes Achsenende den kleinen abschraubbaren Tisch C trägt. Derselbe ist mit einem kleinen Schlitten D versehen, der durch die Klemmschraube E festgestellt werden kann. Auf die Schlittenplatte D werden die Krystalle befestigt, am besten mit Siegellack. Der Träger F hat 2 Arme G und K, durch welche der unten den Diamantbohrer tragende Stift H hindurchgeht. An diesem Stifte befindet sich ausserdem noch das Gewicht I, welches durch eine Klemmschraube S in verschiedener Höhe fest an dem Stifte gehalten werden kann. Oben bei O hat derselbe noch einen Ansatz, auf den weitere Gewichte aufgesetzt werden

können. Um die Drehung des Stiftes zu verhindern ist derselbe bei H nahezu halb eingefeilt und durch Anschieben der Platte G, welche zwei Schlitze hat, durch welche zwei Schrauben hindurchgehen, wird der Diamantträger stets in derselben Richtung festgehalten, kann sich aber senkrecht




leicht auf- und abbewegen. Um ein Wackeln des Diamant-Trägers nach längerem Gebrauche verhüten zu können, ist der untere Arm der Stütze halb durchgesägt und mit einer Klemmschraube P versehen.

Um nun das zeitraubende Wiegen des Krystalles vor und nach dem Bohren zu vermeiden, habe ich es vorgezogen in der Weise die Härte zu ermitteln, dass ich die sämmtlichen Krystalle stets gleich tief bohrte und die Härte direct proportional der Zahl der Umdrehungen des Zahnrades B setzte, welche erforderlich waren, die gleiche Tiefe des Bohrloches zu erhalten. Um diese nun genau messen zu können wurde der Diamantträger oder richtiger das mit demselben fest verbundene Gewicht I mit einem kleinen Fühlhebel L in Verbindung gesetzt, der mit seinem senkrecht stehenden Arme M um Q sich drehen konnte und in eine feine über die Skala N sich hinbewegende Spitze endete. Beim Anfange des Versuches wurde nun, wenn die Diamantspitze auf dem Krystalle aufruhte, durch die Mikrometerschraube K die Spitze des Zeigers M auf den Nullpunkt der Skala eingestellt und nun mit gleichmässiger Geschwindigkeit das Zahnrad durch die Kurbel R gedreht. Dadurch wird der Krystall unter der Spitze des Diamanten sehr rasch in Drehung versetzt und sie senkt sich so immer tiefer in den Krystall ein. Das hat nun natürlich eine Drehung der Zeigerspitze N über die Skala zur Folge und da derselbe vielmals länger ist, als der kurze Arm zwischen Q und K, so kann man, wenn man die Zeigerspitze stets genau um denselben Theil der Skala durch das Bohren sich vorwärts bewegen lässt, daraus mit hinreichender Sicherheit auch auf die gleiche Tiefe des Loches schliessen und dieselbe bis auf $^1/_{120}$ oder $^1/_{150}$ mm ermitteln.

Auch bei diesen Versuchen kommt es natürlich wesentlich auf die geeignete Form und sichere Fassung der Diamantspitze und die richtige Belastung derselben an. Namentlich bei Mineralien von dem Härtegrade 6 der gewöhnlichen Härteskala an, überzeugt man sich leicht, dass ein Diamant, der weichere Krystalle noch sehr gut bohrt, bei mässiger Belastung, wie sie eben nur angewendet werden kann, um eine leichte und gleichmässig geschwinde Drehung des Kry-

stalles zu ermöglichen, jene härteren äusserst langsam angreift, wenn er nicht eine gute Schneide besitzt. Bisher habe ich mit zweierlei verschiedenen Belastungen ausgereicht, die allerdings beträchtlich höher als für das Abhobeln der Krystalle gewählt werden mussten. Das Gewicht I wiegt etwa über 100 Gramm, dazu wurden nun bei den weichen Krystallen stets noch 30 Gramm bei O aufgesetzt.

Für die harten Krystalle wurde bei O noch ein Gewicht von 100 Gramm angewendet, also im Ganzen 200 Gramm, bei welcher Belastung sich die Scheibe mit dem Krystalle noch sehr leicht und gleichmässig drehte, während, wenn weiche Krystalle unter gleicher Belastung gebohrt wurden, die Scheibe sich ungleich bewegte und zuweilen stockte. In allen Fällen wurde die Bohrstelle fortwährend mit Oel befeuchtet, wodurch auch bei sehr leicht spaltbaren und spröden Krystallen das Bohrloch ganz glatt erhalten wird.

Um nun aber dasselbe Härtemaass für die unter stärkerer Belastung gebohrten Krystalle zu erhalten, wie für die bei geringerer gebohrten, wurde ein Krystall von mittlerer Härte, nehmlich Flussspath zuerst mit der geringeren, dann mit der grösseren Belastung gebohrt. Als Härteeinheit wurde wieder die des Specksteins gewählt, wenn derselbe bei der geringeren Belastung gebohrt wurde, die mittlere Härte des Flussspaths darnach festgesetzt, nachdem derselbe mit der gleichen Belastung gebohrt war. Dann wurde derselbe bei der stärkeren Belastung gebohrt und die geringere Zahl der Umdrehungen, welche für ihn dann hinreichten, das Loch gleich tief zu machen, als Grundlage für die Berechnung der mittleren Härte der härteren Krystalle benützt, die alle mit derselben höheren Belastung gebohrt wurden. Für den Speckstein und den Flussspath wurde das Mittel aus je 10 einzelnen Versuchen festgesetzt, bei den übrigen Krystallen gewöhnlich aus 2 oder 3, die einzelnen Versuche stimmen meist sehr gut mit einander überein. Mit Ausnahme der weichsten Krystalle,

bei denen die Zahl der Umdrehungen des Zahnrades auch bei der geringen Belastung unter 100 fällt, um die Zeigerspitze um 30 Theilstriche der Skala vorrückend zu machen, wurde stets der Stand der Spitze nach je 100 Umdrehungen der Kurbel notirt; man überzeugt sich so leicht von dem gleichmässigen Eindringen der Diamantspitze und nebenbei bemerkt, bei künstlichen Krystallen besonders, von Unregelmässigkeiten im Gefüge des Krystalles, wie es ja häufig bei einzelnen Krystallen vorkommt, dass sie stellenweise einen gitterförmigen etwas lückenhaften Bau zeigen. Ein auffallend rasches Eindringen der Spitze zeigt dieses auch da an, wo das blosse Auge kaum etwas von einer solchen mangelhaften Krystallbildung gewahr wird.

Ich theile zunächst eine Reihe auf diese Weise vorgenommener Bestimmungen der mittleren Härte verschiedener Krystalle mit, wobei, wie ich schon erwähnte, Speckstein als Mineral von der Härte 1 zu Grunde gelegt wurde.

Für die Mineralien der Mohs'ischen Härteskala ergaben sich folgende Werthe:

| | |
|---|---|
| Gyps I. Bruch | 5 |
| „ II. Bruch | 7,6 |
| Steinsalz, Würfelfläche | 7 |
| Kalkspath Endfläche | 3 |
| „ Rhomboëderfläche | 8 |
| „ Säulenfläche | 27 |
| Flussspath Octoëderfläche | 19,5 |
| „ Würfelfläche | 20 |
| Apatit Endfläche (P) | 28 |
| „ Säulenfläche (M) | 48 |
| Adular auf Fläche P | 100 |
| „ „ „ M | 109 |
| Quarz auf Endfläche | 133 |
| „ „ Säulenfläche | 180 |

Topas auf der Endfläche (P) . . 240
Korund auf der deutlichsten Spaltungsfläche . . . . . 340

Ausser den genannten habe ich noch eine grössere Anzahl anderer, theils natürlicher, theils künstlicher Krystalle untersucht, von denen ich ebenfalls noch einige hier beifügen will.

Aus der isomorphen Reihe des Kalkspaths fand sich die Härte

| | auf der Endfläche | auf der Rhomboëderfläche |
|---|---|---|
| bei Bitterspath | 23 | 33 |
| „ Manganspath | 25 | 43 |
| „ Eisenspath | 32 | 53 |

Aus der Reihe des Aragonites

| | | | |
|---|---|---|---|
| Aragonit | auf Fläche h (b : ∞ a : ∞ c) 30,5 | auf Endfläche | 55 |
| Strontianit | | „ „ | 14,6 |
| Witherit | | „ „ | 9 |
| Weissbleierz | auf Fläche (b : ∞ a : ∞ c) 8,4 | „ „ | 8,6 |

Aus der Schwerspathreihe

| | | | |
|---|---|---|---|
| Schwerspath | auf P (11c) 5,7 | auf M 4,7 parallel a[1]) 5,4 | parallel b 3,6 |
| Cölestin | „ 10,2 | „ 6,5 | „ 5,6 |

Anhydrit
auf dem I. Bruch 20 auf dem II. 17,7 auf dem III. 13,7

Augit auf der Fläche (a : ∞ b : ∞ c) . . . . 77
Hornblende auf der Spaltungsfläche (a : b : ∞ c) 82
Labrador auf der Fläche P . . . . . 100
Cyanit auf der Fläche M . . . . . . . 162
Zinkblende auf der Spaltungsfläche . . . . 12
Magneteisen auf der Octaëderfläche . . 22
Schwefelkies auf der Würfelfläche . . . 58

1) Die Achsen a und b sind hier so gewählt, dass P = c : ∞ a : ∞ b genommen ist, und in gleicher Weise ist auch Coelectin orientirt gedacht.

Von künstlichen Krystallen erwähne ich

A l a u n e

| | Octaëderfläche | | Würfelfläche |
|---|---|---|---|
| Kalialaun | Octaëderfläche 7 | | Würfelfläche 5,7 |
| Eisenalaun | „ 6,9 | | „ 5 |
| Ammoniakalaun | „ 5 | | „ 4 |

U n t e r s c h w e f e l s a u r e S a l z e

| | | |
|---|---|---|
| Unterschwefels. | Kalk (Endfläche) | 5,3 |
| „ | Strontian „ | 4 |
| „ | Blei | 3,5 |

So gering auch die Zahl der hier mitgetheilten Härtezahlen im Vergleich zu der grossen Anzahl der Mineralien und Krystalle ist, so reicht sie doch immerhin aus, uns einige allgemeine Schlüsse zu gestatten. Sie zeigen uns zunächst die Grenzwerthe, innerhalb deren sich die Härte der Mehrzahl der festen Körper bewegt. Der nächst dem Diamant, dessen absolute mittlere Härte wir auf diesem Wege natürlich nicht bestimmen können, härteste Körper, Korund hat, den weichsten als Einheit angenommen, eine Härte von 340, und wenn wir uns vergegenwärtigen, dass mit Ausnahme der wenigen Edelsteine alle festen Körper höchstens dem Quarz an Härte nahe kommen, so ist die Grenze noch viel enger gezogen, die mittlere Härte der zahllosen festen krystallinischen Körper schwankt demnach zwischen 1 und 180, also weniger, als man wohl der bisherigen Schätzung nach allgemein anzunehmen geneigt war.

Ein Weiteres, was aus den vorliegenden Beobachtungen hervorgehen möchte, ist das, dass ebensowenig als andere physikalische Eigenschaften der Krystalle, wie z. B. die optischen und thermischen in einem constanten nachweisbaren Verhältnisse zu der chemischen Zusammensetzung stehen, die mittlere Härte ein solches erkennen lasse. Wir bemerken dies sehr deutlich, wenn wir verschiedene Reihen isomorpher Salze mit einander vergleichen.

Nehmen wir z. B. die Reihe des Kalkspathes, so sehen wir bei den 4 hierher gehörigen, dass die 2 bei allen hierher gehörigen Krystallen untersuchten Flächen, Endfläche und Rhomboëderfläche in gleicher Weise an Härte zunehmen; dass die Reihenfolge für beide Flächen dieselbe ist, nehmlich Kalkspath, die weichste Endfläche und weichste Rhomboëderfläche besitzt, dann Bitterspath folgt, auf diesen Manganspath und zuletzt Eisenspath. Bei dieser Reihe ist das spezifisch leichteste Mineral auch das weichste, die Härte nimmt zu mit dem spezifischen Gewichte, wenn auch in einem anderen Verhältnisse. Gerade umgekehrt verhält sich aber die Härte in der Aragonitreihe. Dieselbe Fläche ist bei dem spezifisch leichtesten, dem Aragonit die härteste, bei dem schwersten, dem Weissbleierz finden wir dagegen die geringste Härte, bei den 4 aus derselben Reihe untersuchten Mineralien nimmt die Härte mit der Zunahme des spezifischen Gewichtes ab; auch bei den drei Sulfaten von Baryt, Strontian und Kalk nimmt die Härte ab mit der Zunahme des spezifischen Gewichtes. Bei den Alaunen hinwiederum zeigt sich kein constantes Verhältniss zwischen spezifischem Gewichte und Härte.

Bei den Härtebestimmungen, wie sie auf die angegebene Weise vorgenommen werden, macht sich schon etwas bemerklich, was nach anderen Thatsachen für Metalle wenigstens aus der Erfahrung längst bekannt war, nehmlich dass das, was man einfach als Härte bezeichnet und als Widerstand gegen einen eindringenden Körper definirt hat, gewissen Modificationen durch die übrigen physikalischen Eigenschaften unterliegt. So ist es eine längst bekannte Thatsache, dass z. B. weiches Kupfer sehr schwer sich auf der Drehbank bearbeiten lässt, dem Drehmeisel grösseren Widerstand entgegensetzt, als das entschieden härtere, d. h. von weichem Kupfer nicht ritzbare Gusseisen. Es macht sich ein wesentlicher Unterschied in dieser Beziehung bemerklich, je nach-

dem ein Körper spröde oder dehnbar und zäh ist. Die Härteuntersuchungen mit Hülfe des Diamant-Bohrers zeigen, dass die Grenzen zwischen spröde und zähe nicht so scharf sind, als man gewöhnlich annimmt und dass sich eine Annäherung an den Zustand der Zähigkeit, in welchem die Moleküle eines festen Körpers sich wohl leicht auf die Seite drängen, aber nicht so leicht von einander losreissen lassen, auch bei Mineralien noch bemerklich macht, die weit entfernt davon sind, Dehnbarkeit zu zeigen, ja bei solchen, welche sehr wohl spaltbar sind. Bei solchen giebt offenbar das Bohren die Härte etwas zu hoch an, eben weil beim Bohren die einzelnen Theilchen des Körpers von einander völlig getrennt werden müssen. Bei dem Gyps sowohl wie bei dem Steinsalz scheint dies entschieden der Fall zu sein und die oben mitgetheilten, allein aus Bohrversuchen abgeleiteten Zahlen dürften daher etwas zu hoch sein. In noch höherem Grade findet das bei dem Bleiglanze statt, bei dem das Bohren bei gleicher Belastung entschieden etwas langsamer von Statten geht und mehr Umdrehungen des Bohrers erfordert, als bei der Zinkblende, die doch entschieden härter als Bleiglanz ist. Nach meinen bisherigen Untersuchungen macht sich dieser Factor jedoch nur bei sehr wenigen der weichsten Mineralien bemerklich, so dass die Bestimmung der mittleren Härte bei den etwas härteren Mineralien mit Hülfe des Bohrers keiner Correction bedürftig sein dürfte.

Ich habe oben erwähnt, dass auch Unregelmässigkeiten im Gefüge der Krystalle sich beim Bohren auch dann verrathen, wenn das Auge sie nicht erkennt. Es giebt sich dies dadurch zu erkennen, dass das gleichmässige Eindringen des Bohrers, wie es bei normal gebauten Krystallen Statt hat, aufhört und sehr unregelmässig wird. Wenn man etwa von 100 zu 100 Umdrehungen den Stand des Bohrers an der kleinen Skala notirt, so wird man bei solchen abnormen Krystallen deutlich wahrnehmen, wie einmal der Bohrer durch

100 Umdrehungen etwa um 1 Theilstrich der Skala vorrückt, und wie das 3—4 mal constant bleibt, dann rückt er plötzlich durch die gleiche Zahl von Umdrehungen um 2, 3 oder selbst 4 Theilstriche vor, darauf geht es wieder langsamer und es zeigt sich so eine verschiedene Härte in verschiedenen Schichten. Sehr stark bemerklich machte sich diese Ungleichheit namentlich bei dem Periklin, so dass ich die Untersuchungen der Härte verschiedener Feldspäthe aufschob. Zu 3 verschiedenen Malen erhielt ich immer dieselbe Ungleichheit der Härte, während bei Adular und Labrador dieselbe sich stets gleichmässig zeigte. Es wird jedoch jedenfalls noch einer grösseren Anzahl von Beobachtungen an verschiedenen Individuen bedürfen, um bestimmen zu können, ob das eine constante Eigenthümlichkeit dieser Feldspathvarietät sei, und ob dieselbe auch bei andern Mischlingsfeldspäthen sich finde. Auch die Frage, wie weit die Härte eines und desselben Minerals auf derselben Fläche Schwankungen unterworfen sei, wird sich mit Hülfe des Mesosklerometers wohl einfach ermitteln lassen und bis zur Auffindung besserer Instrumente wird das beschriebene immerhin zu einiger Aufhellung mancher bisher ganz dunkler Verhältnisse der Kohäsion gute Dienste leisten.

---

Herr H. Seeliger spricht:

„Ueber die Gestalt des Planeten Uranus".

Aus der Thatsache, dass die Uranussatelliten in zur Ekliptik beinahe senkrecht gelegenen Bahnen sich bewegen, darf mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass die Rotationsaxe des Uranus voraussichtlich nur einen kleinen Winkel mit der Erdbahn bilden wird. Es wird demnach eine etwaige Abplattung des Uranus durch die Beobachtungen nur dann zu constatiren sein, wenn die genannte Axe senkrecht zur Richtung nach der Sonne steht. Dieses fand im Anfang der vierziger Jahre und findet, worauf von mehreren Seiten aufmerksam gemacht worden ist, gegenwärtig statt. Ich habe desshalb nicht gezögert, den neu montirten und mit einem Repsold'schen Positionsmikrometer ausgestatteten Münchener Refractor, dessen $10^1/_2$ zölliges Objectiv von anerkannter Güte ist, dazu zu benutzen, einen Beitrag zur Lösung der interessanten Frage nach der Abplattung des Uranus zu liefern.

Der genannte Planet erscheint im hiesigen Fernrohr als matte, aber sehr wohl begrenzte Scheibe. Ihre Ausmessung macht nur bei unruhiger Luft Schwierigkeiten, welcher Fall freilich oft genug vorkam. Für kleinere Fernrohre ist indess der Uranus immerhin ein schwieriges Object und dies dürfte die in der weiter unten folgenden Zusammenstellung

der von andern Beobachtern erlangten Resultate zu Tage tretenden Differenzen zur Genüge erklären. Aber auch abgesehen hiervon hat man bei der Bestimmung kleiner Winkelgrössen, also z. B. bei Doppelsternmessungen, Bestimmungen von Planetendurchmessern u. s. f., mit eigenthümlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, auf die man erst in der neueren Zeit allgemein aufmerksam geworden ist. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Messung einer kleinen Distanz und deren Positionswinkel abhängig ist von der Lage der ersteren gegen den Horizont und dass sich diese unter Umständen so z. B. bei einem so ausgezeichneten Beobachter wie O. Struve in ganz enormen systematischen Messungsfehlern äussern kann. Man kann nun das Vorkommen solcher Fehler auf verschiedene Weise erklären, d. h. man kann verschiedene Umstände nachweisen, welche die Messungen in der angedeuteten Richtung beeinflussen können; es wird aber schwer sein in jedem einzelnen Falle die Hauptfehlerquelle mit Bestimmtheit namhaft zu machen, ohne vorangehende Untersuchung im Einzelnen. Was speciell die Messung von Planetendurchmessern betrifft, so dürfte es nicht befremden, dass man die Berührung der Planetenscheibe mit einem horizontalen Faden anders beurtheilt als mit einem verticalen (Fadenmikrometer), oder auch mit einer zweiten Scheibe, welche das eine Mal vertical das andere Mal horizontal neben der ersten Scheibe erscheint (Heliometer). Wenigstens sind ähnliche Beeinflussungen auch bei andern Gelegenheiten längst erkannt worden.

Wie schon erwähnt sind diese von der Lage des Beobachters gegen den Horizont abhängigen Messungsfehler namentlich bei kleinen Distanzen sehr gefährlich, indem sie hier das Messungsresultat völlig entstellen können. Man hat desshalb in neuerer Zeit versucht sich von dieser gefährlichen Fehlerquelle unabhängig zu machen. So wurden eine Anzahl dem Pole nahe stehende Doppelsterne mit langsamer Revolu-

tionsbewegung herausgesucht und es soll nun dasselbe Sternpaar in möglichst verschiedenen Stundenwinkeln beobachtet werden. In der That kann durch dieses Verfahren die Abhängigkeit des Messungsresultates von der Lage des Sternpaares gegen den Horizont ermittelt werden. Andere Beobachter wieder suchen die genannte Fehlerquelle durch eine veränderte Stellung des Kopfes zu beseitigen, was allerdings an der factischen Unausführbarkeit in vielen Fällen, ganz abgesehen von andern Bedenken, scheitert. Bei Planetendurchmessern sucht man auch wohl die Messung in möglichst grossen östlichen und westlichen Stundenwinkeln auszuführen. Keines dieser Verfahren ist völlig einwurfsfrei, zum mindesten ist ihre Durchführung mühsam und zeitraubend. Es ist desshalb sehr merkwürdig, dass man bis jetzt noch nicht das einfachste und bequemste Mittel zur Elimination dieser systematischen Messungsfehler in Verwendung gebracht hat und welches, wie ich nachträglich erfahre, bei Apparaten zur Bestimmung der persönlichen Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen neuerdings zur Verwendung gekommen ist. Dieses Mittel besteht einfach darin, dass man den aus dem Oculare ausfahrenden Strahl, ehe er in's Auge gelangt, an der Hypotenusenfläche eines rechtwinkeligen Prismas total reflectiren lässt; durch Drehung des Prisma's wird die Distanz um den doppelten Winkel gedreht und man ist so in die Lage versetzt, jede Distanz in jede gewünschte Position gegen den Horizont zu bringen. Man wird nur bei der Zusammensetzung eines solchen kleinen Apparates darauf Acht zu nehmen haben, dass das vom Prisma reflectirte Bild in derselben Richtung gesehen wird wie das directe und also das Auge in beiden Fällen dieselbe Stellung gegen das Fernrohr einzunehmen hat. Man erreicht dies leicht dadurch, dass man die Hypotenusenfläche des Prisma's nahe parallel zur Fernrohraxe legt. Ich habe nun ein Prisma in solcher Lage in einer Messingröhre befestigt, welche an das Ocular des Fern-

rohres mit Hülfe eines Zwischenringes angeschraubt wird. In diesem ist nämlich die Röhre drehbar und ihre Stellung ablesbar an einem kleinen von 2 zu 2 Grad getheilten Kreise. Auf diese Weise kann man den messenden Faden sehr leicht in eine scheinbare verticale oder horizontale Lage bringen. Es wird dabei wohl stets ausreichen, das eine Fadensystem nach dem Augenmaasse vertical zu stellen, denn dies kann mit grosser Genauigkeit geschehen, wenn man z. B. verticale Marken in dem Beobachtungsraum zur Vergleichung anbringt. Im Uebrigen lassen sich auch andere und genauere Orientirungsmethoden angeben.

Dieser sich beinahe von selbst darbietende Beobachtungsmodus wird, wie ich glaube, nicht ohne Nutzen bei Doppelsternmessungen und Planetendurchmesserbestimmungen sein und möchte ich dieselben den Astronomen empfehlen. Ich habe gleich nach der Aufstellung des hiesigen Refractors Versuche in beiden Richtungen gemacht und dieselben sind, wie ich glaube, befriedigend ausgefallen. Da dadurch die Möglichkeit gegeben ist immer horizontal oder vertical gelegene Distanzen zu messen, so werden in den Resultaten nunmehr nur die weit leichter zu übersehenden constanten Fehler übrig bleiben. Soweit ich sehe, lässt sich nur ein Einwand gegen das proponirte Hülfsmittel erheben: nämlich, dass das Prisma die Bilder schwieriger Objecte stark verschlechtern kann. Von einer irgend wie bemerkbaren Lichtschwächung kann selbstverständlich nicht die Rede sein; was aber die Verzerrung der Bilder betrifft, so wird es allerdings nothwendig sein, das Prisma vor seiner Anwendung zu untersuchen. Methoden, welche hiezu geeignet sind, werden wohl in den optischen Werkstätten bekannt sein; jedenfalls wendet Herr Dr. A. Steinheil sehr strenge und einfache Prüfungsmittel an, welche in der Hauptsache in einer Vergleichung des directen Bildes eines im Brennpunkte eines Objectives befindlichen Spaltes mit dem reflectirten Bilde, beide gesehen

durch ein mässig vergrösserndes Fernrohr, bestehen. Ich habe mit Herrn Dr. A. Steinheil aus einer Reihe vorhandener Prismen das beste herausgewählt und in der That ist selbst bei schwierigen Objecten gar kein Unterschied zwischen den direct gesehenen und reflectirten Bildern zu bemerken. Mit dem beschriebenen Hülfsmittel habe ich nun den Durchmesser des Uranus im Februar und März dieses Jahres gemessen. Ehe ich zu der Mittheilung dieser Beobachtungen übergehe, werde ich zuerst die mir bekannt gewordenen Resultate zusammenstellen, welche von andern Beobachtern über die Grösse und Gestalt der Uranusscheibe erlangt worden sind. Ihre Mittheilung ist von nicht geringem Interesse, weil sie zeigt wie gross die Differenzen der Messungsresultate an schwierigen Objecten werden können.

In dem 3. Bande der Leidener Annalen hat F. Kaiser eine ähnliche Zusammenstellung gegeben; indessen ist dieselbe unvollständig, auch sind seit jener Zeit eine nicht unbedeutende Zahl von Beobachtungsresultaten publicirt worden. Ich habe nur zu bemerken, dass die folgenden Werthe des Uranusdurchmessers stets auf die mittlere Entfernung (19. 1826) reducirt sind und dass ich stets mittlere Fehler nicht wahrscheinliche angebe.

1) Wenn auch erst die neueren Messungen, seitdem nämlich Fraunhofer'sche Fernrohre in Verwendung gekommen sind, Werth haben können, so ist doch die Thatsache interessant, dass W. Herschel in den Jahren 1792 und 1794 eine starke Abplattung zu bemerken glaubte.

2) Lamont hat in den Jahren 1836—38 mit dem 10½zölligen Münchener Refractor den Uranusdurchmesser gemessen. Er giebt diesen im Jahrbuche der Münchener Sternwarte für 1839 ohne weitere Details zu 3″ 15 an. Eine Ansicht der Originalaufzeichnungen hat mir keine nähere Auskunft ertheilen können.

3) Merkwürdig sind die von Mädler mit dem Dorpater Refractor ausgeführten Beobachtungen. Zur Ermittelung der Abplattung wurde der Durchmesser in um 15 zu 15 Grad fortschreitenden Positionswinkeln gemessen. Es ergaben so die Beobachtungen

a) im Jahre 1842 aus 5 Abenden (Astr. Nachr. Band 20 p. 64)

die grosse Axe a gelegen im Positionswinkel 160° 40′ 4″249
die kleine Axe b — — 3″857

$$\text{also Abplattung } \alpha = \frac{1}{10.85}$$

b) im Jahre 1843 aus 7 Abenden (A. N. Bd. 21 p. 207)

$$a = 4''304 \pm 0''0063$$
$$b = 3.870 \pm 0.0065$$
$$\alpha = \frac{1}{9.92}$$

und der Winkel den a mit dem Declinationskreis bildete:

$$15^{0}\,26'1 \pm 40'8.$$

c) im Jahre 1845 aus 6 Abenden (Dorp. Beob. Band XIII p. 91)

$$a = 4''423$$
$$b = 3''955$$
$$\alpha = \frac{1}{9.45}$$

Positionswinkel des a = 358° 58.′5

Geradezu merkwürdig ist die Uebereinstimmung der einzelnen Messungen innerhalb desselben Abends, was sich auch in den kleinen m. F., die ich bloss beim zweiten Resultate angeführt habe, zeigt, da diese so abgeleitet sind, dass die sehr bedeutenden Differenzen zwischen den einzelnen Abenden nicht berücksichtigt sind. Es folgt daraus, dass die absoluten Beträge der a und b mit bei weitem grösseren m. F. behaftet sind, als die aufgeführten Zahlen angeben, dass sich aber die Abplattung mit geradezu überraschender

Deutlichkeit ausspricht. Leider ist aber dieses Resultat nicht so sicher, als es auf den ersten Blick scheint. Die Mädler'schen Distanzmessungen sind, wie ich bei früherer Gelegenheit in Bezug auf die Doppelsternmessungen desselben Astronom gezeigt habe, mit sehr grossen systematischen Fehlern behaftet. Sollte sich nun erweisen lassen, dass bei Mädler eine Abhängigkeit der Messung von der Lage der zu messenden Distanz gegen den Horizont stattfindet, so würde die gefundene Abplattung des Uranus nur aussagen, dass sich diese Abhängigkeit mit sehr grosser Deutlichkeit ausprägt. Gleiches gilt freilich von allen Messungen, bei denen keine Maassregeln zur Vermeidung solcher Fehler angewendet worden sind.

4) Lassel hat (A. N. Band 36 p. 127 u. ff.) im Jahre 1852 auf Malta den Uranus beobachtet. Er bemerkt ausdrücklich keine Abplattung gefunden zu haben. Aus den von ihm angeführten Zahlen finde ich als Mittelwerth aus 4 Abenden für den Uranusdurchmesser a : 4″126.

5) In der Zeit von November 1864 bis März 1865 wurden am Leipziger 8 zölligen Refractor mehrere Schätzungen und Messungen angestellt.

(Zöllner photom. Untersuchungen p. 194.)

Das Mittel aus Schätzungen von Bruhns, Dr. Engelmann und Zöllner ergiebt . . . . . . a = 3″322
während sich aus den Messungen von Dr. Engelmann findet
a = 3″760

Die Uranusscheibe erschien vollständig kreisförmig.

6) Kaiser (Leidener Annalen Band III p. 270) giebt als Mittel seiner, wie er sagt, wenig sicheren in den Jahren 1862—66 an 6 Abenden angestellten Messungen den Werth an . . . . . . . . . . a = 3″68

7) Lassell und Marth (Memoirs of the Astron. Soc. Band 36) aus Beobachtungen auf Malta in der Zeit vom December 1864 bis März 1865 in 7 Nächten angestellt,

nach der Reduction von Winnecke (Vierteljahrsschr. der astron. Gesellschaft VII p. 258) . . . . . . 3″568

8) H. Vogel. Mit dem Leipziger 8zölligen Refractor an 3 Abenden im Jahre 1869 (A. N. Band 73) a = 3″62 und mit dem schönen Bothkamper Refractor (Bothkamp. Beob. Heft I p. 102) an 3 Abenden im Jahre 1871 a = 3″845

9) W. Meyer in Genf erhält mit dem neuen 10zölligen Fernrohre (A. N. Band 106 p. 63) im Jahre 1883 aus Beobachtungen an 9 Abenden den Durchmesser des Uranus im

| | | |
|---|---|---|
| Positionswinkel | 90° . . . . | 4″015 ± 0″044 |
| " | 0° . . . . . | 3″989 ± 0″025 |

Es ergiebt sich also keine Abplattung; die vorhandene Abweichung liegt ausserdem im umgekehrten Sinne als zu erwarten stand.

10) C. A. Young in Princeton. (The Observatory Nr. 79) im Jahre 1883:

| | |
|---|---|
| Polardurchmesser . . . | 3″974 ± 0″030 |
| Aequatorealdurchmesser . . | 4″280 ± 0″022 |

Die Messungen sind, was nicht ganz einwurfsfrei ist, meistens mit hellen Fäden angestellt worden.

11) Millosevich in Rom findet (A. N. Band 106 p. 126) aus 7 Abenden im April und Mai 1883 den Durchmesser des Uranus im Positionswinkel 0° . a = 3″633; an einem Abende wurde auch im Positionswinkel 90° gemessen und keine Abplattung gefunden.

12) Schiaparelli in Mailand (A. N. Band 106 p. 81 u. ff.) hat ebenfalls im Jahre 1883 dem Uranus sehr eingehend seine Aufmerksamkeit zugewandt. Er hat nicht nur die elliptische Gestalt des Uranus sofort ohne Messungen bemerkt, sondern auch den Positionswinkel der grossen Axe der scheinbaren Ellipse nach der Schätzung der Gestalt zu 197°.3 bestimmt. Die Messung des grössten und kleinsten Durchmessers ergaben:

$$a = 3''911 \pm 0''030$$
$$b = 3''555 \pm 0''035$$

woraus sich eine Abplattung von $\frac{1}{10.90}$ ergiebt.

Nimmt man auf die Abplattung, die schon aus den angeführten Resultaten nicht als ganz sicher hervorgeht, keine Rücksicht, also stets aus a und b das Mittel, so ergeben sich für diesen mittleren Durchmesser folgende Werthe:

| | |
|---|---|
| Lamont . . . | 3″15 |
| Mädler . . . | 4″110 |
| Lassell . . . | 3.847 |
| Engelmann, Bruhns etc. | 3.541 |
| Kaiser . . . | 3.68 |
| Vogel . . . | 3″735 |
| W. Meyer . . | 4.002 |
| Young . . . | 4″127 |
| Millosevich . . | 3″633 |
| Schiaparelli . . | 3″733 |

Und als Gesammtmittel, wenn man den offenbar zu kleinen Lamont'schen Werth ausschliesst:

**3″823.**

Ich habe den Durchmesser des Uranus in 4 verschiedenen Positionswinkeln gemessen, die so gewählt waren, dass sehr nahe die etwaige Abplattung noch in ihrem Maximaleinflusse zeigen musste. In der folgenden Zusammenstellung sind die auf die mittlere Entfernung reducirten und in provisorisch ausgeglichenen Schraubenrevolutionen angesetzten Durchmessermessungen gegeben; es ist dabei die Anzahl der gemachten Doppeleinstellungen, ferner der Luftzustand, wobei I ausgezeichnete und IV äusserst unruhige Bilder bedeutet, bemerkt. Ferner bedeuten die Buchstaben h und v, dass die Messungsrichtung durch das Prisma horizontal respective vertical gestellt wurde. Nur am ersten Abende wurde ohne

Prisma beobachtet. Die gebrauchte Vergrösserung betrug durchweg ungefähr 400.

| | Positionswinkel 23° | | | Positionswinkel 113° |
|---|---|---|---|---|
| | R | | | R |
| Febr. 21 | 0.1797 | IV | — | 0.1721 |
| „ 28 | 0.1556 | I—II | h | 0.1604 |
| März 13 | 0.1552 | I—II | h | 0.1537 |
| „ 13 | 0.1609 | | | 0.1527 |
| „ 14 | 0.1573 | II | h | 0.1577 |
| „ 15 | 0.1572 | II—III | h | 0.1601 |
| „ 16 | 0.1616 | III | v | 0.1636 |
| „ 17 | 0.1629 | III—IV | v | 0.1775 |
| „ 18 | 0.1670 | III—IV | v | 0.1625 |
| „ 19 | 0.1655 | III—IV | v | 0.1693 |

| | Pos. 68° | Pos. 158° | |
|---|---|---|---|
| | R | | |
| März 13 | 0.1461 | 0.1468 | h |
| „ 14 | 0.1558 | 0.1521 | h |
| „ 15 | 0.1583 | 0.1573 | h |
| „ 16 | 0.1668 | 0.1621 | v |

Im Mittel ergeben sich hieraus folgende Durchmesserwerthe mit ihren m. Fehlern:

| | R | Anzahl |
|---|---|---|
| Positionswinkel 23° | 0.1623 $\pm$ 0.0023 | 10 |
| 68 | 0.1568 $\pm$ 0.0043 | 4 |
| 113 | 0.1632 $\pm$ 0.0024 | 10 |
| 158 | 0.1546 $\pm$ 0.0033 | 4 |

Schon diese Zahlen sprechen entschieden gegen eine Abplattung in dem Betrage wie sie von andern Beobachtern gefunden worden ist. Die vorhandenen Differenzen in den in verschiedenen Richtungen gemessenen Durchmessern haben vielmehr in ganz andern Umständen ihren Grund. Ver-

einigt man nämlich nur diejenigen Messungen in Mittelwerthe, wo an demselben Abende in allen 4 Richtungen gemessen worden ist, so findet sich:

| | R |
|---|---|
| Pos. 23° | 0.1586 |
| 68 | 0.1568 |
| 113 | 0.1587 |
| 158 | 0.1546 |

und die Differenzen haben sich sehr verkleinert und lassen keinen ausgesprochenen Gang erkennen; auch die Grösse der Abweichungen ist durchaus nicht auffallend.

Es liegt weiter die Vermuthung nahe, dass die horizontal und vertical gemessenen Durchmesser von einander verschieden sein können. Fasst man die Messungen von diesem Gesichtspunkte aus in Mittel zusammen, indem jedem Abend dasselbe Gewicht gegeben wird, so findet sich:

| | R | |
|---|---|---|
| ohne Prisma | 0.1746 | 1 Abend |
| h | 0.1561 | 4 „ |
| v | 0.1668 | 4 „ |

Eine Abhängigkeit von der Lage des Prisma's scheint also vorhanden zu sein. Da nun eine Abplattung, wie gezeigt, aus meinen Messungen nicht folgt, so bleibt nichts übrig als das Gesammtmittel aus allen Messungen für den wahrscheinlichsten Werth des Durchmessers zu halten. Es ergiebt sich so:

$$R$$
$$0.1629 \pm 0.0024$$

Indessen ist die Abhängigkeit der Messungsresultate von der Lage des Prisma's nur scheinbar; in keinem Falle ist sie als constatirt zu betrachten. Vielmehr liegt der Grund für die aufgetretenen Differenzen ganz anderswo. Ordnet man nämlich die Messungen nach den Zahlen, welche die Güte der Bilder angeben, so findet sich:

| | | R | | |
|---|---|---|---|---|
| Luft | I—II | 0.1553 | Abende | 3 |
| „ | II | 0.1557 | „ | 1 |
| „ | II—III | 0.1582 | „ | 1 |
| „ | III | 0.1635 | „ | 1 |
| „ | III—IV | 0.1679 | „ | 3 |
| „ | IV | 0.1746 | „ | 1 |

Es spricht sich hier die Thatsache aus, dass mit zunehmender Unruhe der Luft die Messungen immer grössere Resultate ergeben; es geschieht dies mit einer Deutlichkeit, die wohl nur zufällig so ausserordentlich gross ist. Im Uebrigen ist diese Erfahrung und zwar in gleichem Sinne schon oftmals und von verschiedenen Beobachtern gemacht worden. Um nun das sicherste Resultat aus den discutirten Beobachtungen zu ziehen, wird eine gewisse Willkühr nicht zu vermeiden sein. Ich habe einfach den zuletzt angeführten Werthen der Reihe nach die Gewichte 4, 3, 2, 2, 1 und 0 gegeben, welche Wahl sich allerdings nicht näher begründen lässt. Die Gewichtsschätzungen aber nach den m. Fehlern zu machen dürfte in diesem Falle ein völlig illusorisches Verfahren sein. Dass der letzte Werth ausgeschlossen wurde, findet schon darin Rechtfertigung, dass dieser eine Abend der erste war, an welchem überhaupt mit dem neu montirten Refractor beobachtet worden ist. Auf die angegebene Weise geht für den Uranusdurchmesser folgender Werth hervor, den ich vorläufig als den plausibelsten halte:

$$\overset{\text{R}}{0.1575 \pm 0.0018}$$

oder mit dem provisorischen Werthe einer Schraubenrevolution (24″86) reducirt:

$$\mathbf{3''915 \pm 0''045}$$

Dieser Werth stimmt nahe mit dem oben aus den Resultaten früherer Messungen gezogenen Mittel überein.

Als Hauptresultat meiner Messungen möchte ich also bezeichnen, dass die Anwendung des Prisma's keine wahrnehmbare Abplattung der Uranusscheibe ergeben hat. Persönliche Verhältnisse haben mich leider verhindert den Messungen eine solche Ausdehnung zu geben, als ich gewünscht hätte. Ich werde sie desshalb im nächsten Jahre fortsetzen und hoffe dann in Verbindung mit bereits begonnenen Beobachtungen an andern Planetenscheiben einen besseren Einblick in die systematischen Messungsfehler zu gewinnen, was namentlich bei der Ableitung der G r ö s s e des Durchmessers von Wichtigkeit sein dürfte. Inzwischen darf ich vielleicht hoffen, dass die hier vorgeschlagene Messungsmethode, die gewiss die hauptsächlichsten Fehler, durch welche eine Abplattung scheinbar hervorgehen kann, eliminirt, auch von anderer Seite acceptirt und bei der Messung von Planetendurchmessern und Doppelsternen Anwendung finden möchte.

Sitzung vom 5. Juli 1884.

Herr P. Groth hielt (nach einer Untersuchung des Herrn Dr. H. Beckenkamp in Mühlhausen im Elsass) einen Vortrag:

„Ueber die Bestimmung der Elasticitätscoëfficienten der Krystalle."

Die in den Arbeiten von Voigt[1]) mitgetheilten, auf die Elasticitätstheorie Neumann's gegründeten Formeln zur Bestimmung der Spannungsverhältnisse eines regulären Krystalls, welche aus der Symmetrie nach den drei Hexaëderflächen und der Gleichwerthigkeit der drei Hauptaxen abgeleitet sind, erfordern auch eine Symmetrie der regulären Krystalle nach den Dodekaëderflächen. Diese letztere fehlt nun aber den pentagonal-hemiëdrischen und den tetartoëdrischen Krystallen des regulären Systems, und diese müssten daher nach jener Theorie in Bezug auf die Elasticität eine höhere Symmetrie besitzen, als ihre geometrische Form sie zeigt. Dies ist desshalb unwahrscheinlich, weil die Ungleichwerthigkeit der zur Dodekaëderfläche symmetrischen Richtungen jedenfalls in einer ungleichen Molekularstructur nach diesen Richtungen begründet ist, und weil beispielsweise die Aetzfiguren, deren Form wohl sicher von den Cohäsions-

1) Wiedemann's Ann. d. Phys. 1876, Egbd. **7**, 5 u. 1882, **16**, 277.

verhältnissen des Krystalls nach verschiedenen Richtungen abhängt, bei den genannten Abtheilungen des regulären Krystallsystems jene höhere Symmetrie nicht zeigen.

Nachdem durch Koch und Warburg[1]) ein Apparat, welcher durch Anwendung der Fizeau'schen Methode die Bestimmung der Biegung auch sehr kurzer Stäbe gestattete, vorgeschlagen und dadurch die Möglichkeit eröffnet worden war, die Elasticität zahlreicherer krystallisirter Substanzen zu bestimmen, setzte ich es mir vor, jene auffallenden Folgerungen aus der Neumann'schen Theorie durch Untersuchung hemiëdrischer und tetartoëdrischer Krystalle zu prüfen. Bei einem pentagonal-hemiëdrischen Krystalle müssten nach der Theorie in einer Hauptsymmetrieebene die Elasticitätsverhältnisse die folgenden sein: in den beiden zu einander senkrechten Hauptaxen gleiche Maxima, in den Diagonalen (Normalen der Dodekaëderflächen) Minima der Elasticität — oder umgekehrt — und von den Diagonalen ausgehend nach beiden Seiten symmetrische Zu- resp. Abnahme der Elasticität bis zur Richtung der Hauptaxen. Alsdann müssten beispielsweise die Elasticitätscoëfficienten senkrecht zu einem Pentagondodekaëder genau so gross sein, wie in der Normale zu einer Fläche des entgegengesetzten Pentagondodekaëders, während diese beiden Richtungen in krystallographischer Beziehung ungleichwerthig sind. Es kommt also bei der Prüfung jener Theorie darauf an, zu bestimmen, ob die Zu- oder Abnahme der Elasticität mit der Neigung gegen die Dodekaëdernormale innerhalb einer Hexaëderfläche beiderseits symmetrisch verläuft oder nicht. Da es sich hierbei weniger um genaue Bestimmung der absoluten Werthe, sondern nur um die allgemeine Feststellung der Art ihrer Aenderung mit der Richtung und der Lage ihrer Maxima und Minima handelt, so schien es mir genügend, eine nach der Hexaëder-

---

1) Wiedemann's Ann. d. Phys. 1878, **5**, 251.

fläche geschnittene kreisförmige dünne Platte auf ihre Biegung nach möglichst vielen verschiedenen Richtungen zu untersuchen. Denn selbst wenn deren Biegung nicht direct den Elasticitätscoëfficienten zu berechnen gestatten sollte, so müssen doch die Grössen der Biegungen, welche sich bei gleichen Belastungen ergeben, wenn die Platte durch Drehung in ihrer Ebene nach einander in verschiedenen Richtungen gebogen wird, einen Schluss auf die Symmetrie der den verschiedenen Richtungen entsprechenden Elasticitätsverhältnisse gestatten.

Ich bemühte mich daher, den von Koch und Warburg construirten Apparat so zu modificiren, dass er auch für die Untersuchung kreisförmiger Platten zu verwenden wäre, und liess ein derartiges Instrument vor zwei Jahren durch Herrn Breithaupt in Kassel für das mineralogische Institut der Universität Strassburg ausführen. Mit diesem stellte seitdem Herr Dr. Beckenkamp eine Reihe von Vorversuchen an, welche noch zu verschiedenen Verbesserungen des Apparates führten. Derselbe besteht in seiner jetzigen Gestalt, in welcher Herr Breithaupt vor Kurzem ein zweites Exemplar an das hiesige mineralogische Institut lieferte, aus einem beiderseits unterstützten, sehr starken Stahlstabe, auf welchem die zum Tragen der Platte bestimmten Schneiden ruhen, und der ausserdem das Mikroskop zur Beobachtung der Interferenzstreifen trägt. Dieses Mikroskop kann nun aus der horizontalen Stellung in die verticale gebracht und mittelst zweier Mikrometerschrauben um 4 cm parallel und senkrecht zu der Richtung, in welcher die Biegung erfolgt, verschoben werden; dadurch ist es möglich, die Ränder der Platte einzustellen und ihre symmetrische Lage zu den Schneiden zu controliren.[1])

---

1) Ausserdem gestattet der Apparat noch andere Verwendungen, z. B. durch Anbringung eines einfachen drehbaren Tisches über den

Mit dem Apparate des Strassburger Institutes hat nun Herr Dr. Beckenkamp an dem Alaun, dessen Elasticitätscoëfficienten bisher noch nicht bestimmt waren, eine Anzahl Messungen mit Hülfe von orientirten Stäbchen ausgeführt. Diese ergaben:

E parallel einer Hauptaxe 1886,

E parallel einer Dodekaëdernormale 2009.

Diese niedrigen Werthe, verglichen mit denen der bisher untersuchten regulären Krystalle Steinsalz, Sylvin und Natriumchlorat, beweisen, dass im Alaun relativ kleine spannende Kräfte schon grosse molekulare Verschiebungen hervorbringen, und dieser Umstand ist von Interesse mit Rücksicht auf die optischen Anomalien des Alaun, welche Reusch durch schwache, beim Act der Krystallisation auftretende Spannungen erklärt hat. Andererseits ist aber die geringe Differenz der beiden Werthe ungünstig für die Lösung der eingangs gestellten Frage durch Messen der Biegungen einer kreisförmigen Platte, da diese Messungen sehr genau ausfallen müssten, um bei der geringen Verschiedenheit der Elasticität nach verschiedenen Richtungen noch erkennen zu lassen, ob die Vertheilung der Elasticitätsverhältnisse eine symmetrische ist oder nicht. Es handelt sich daher vor weiterer Untersuchung um eine theoretische Prüfung der Frage, in wie weit man aus der beobachteten Biegung einer

Schneiden die Messung der Durchmesser der Senarmont'schen oder Röntgen'schen Wärmeleitungscurve auf Krystallen, Messungen der Gestalt, Dimensionen und Orientirung von Aetzfiguren u. s. w. Zu dem letzteren Zwecke ist ein Faden des Mikroskops drehbar und die Drehung messbar; die Einstellung desselben auf die Kante einer Aetzfigur gestattet nun, die Richtung dieser mit derjenigen einer Krystallkante auch dann zu vergleichen, wenn letztere nicht zugleich im Gesichtsfeld des Mikroskop sichtbar ist, nämlich durch Parallelverschiebung des letzteren mittelst der Mikrometerschrauben.

solchen Platte auf den Werth des Elasticitätscoëfficienten schliessen kann.

Herr Dr. Beckenkamp hat diese Untersuchung nun unter folgenden Voraussetzungen durchgeführt: die kreisförmige Platte ruht mittelst der Schneiden des Apparates auf zwei gleichen und parallelen Sehnen und wird in einem diesen parallelen Durchmesser mittelst einer dritten Schneide belastet. Dieser Durchmesser werde zur y-Axe, der dazu senkrechte Durchmesser zur x-Axe, die zu beiden senkrechte Dickenrichtung der Platte zur z-Axe genommen; der Nullpunkt sei der Schwerpunkt der Platte. Unter der Annahme, dass der Druck in jedem einzelnen Querschnitt parallel der yz-Ebene sich gleichmässig vertheilt, und dass alle Punkte, welche vor der Biegung in der xz-Ebene liegen, auch nachher in derselben liegen, ergiebt sich für die Berechnung des Elasticitätscoëfficienten aus der beobachteten Biegung die Formel:

$$E = \frac{6P}{n\lambda h^3}\left\{\left(l^2 + \frac{r^2}{2}\right)\arcsin\frac{l}{r} + \frac{3}{2}\,l\sqrt{r^2 - l^2} - 2rl\right),$$

wo P das belastende Gewicht,
n die Anzahl der halben Wellenlängen,
λ die Wellenlänge des angewandten (Na-)Lichtes,
h die Dicke,
r der Radius der Platte,
l der halbe Abstand der Lager.

Die gemachten Annahmen treffen nun aber keinenfalls genau zu, sondern es treten in einer solchen Platte noch Drehungen auf, welche die Beziehung zwischen der Biegung und dem Werthe von E zu einer weit complicirteren machen. Dies bestätigte sich durch einige von Dr. Beckenkamp an einer kreisförmigen Alaunplatte angestellte Versuche, welche merklich zu kleine Werthe ergaben und ausserdem zeigten, dass bei dieser Substanz die Grösse der elastischen

Nachwirkung es verhindert, an einer solchen Platte eine grössere Reihe von Beobachtungen nach einander auszuführen. Dr. Beckenkamp gedenkt daher, nach Beschaffung geeigneten Materials von Alaunkrystallen wieder zu der Methode der Untersuchung dünner Stäbchen, nach möglichst vielen Richtungen geschnitten, zurückzukehren.

Versuche mit Platten von Eisenkies lieferten bisher kein Resultat, weil es noch nicht gelang, genügend homogene Krystalle dieses Minerals zu finden.

Zu einer weiteren, sehr merkwürdigen Folgerung führt die eingangs erwähnte Theorie betreffs der nicht rhomboëdrischen hexagonalen Krystalle. Nach Voigt (Wiedemann's Ann. d. Phys. **16**, 416—427) müssten diese nämlich in allen Richtungen, welche gleichen Winkel mit der Axe bilden, denselben Elasticitätscoëfficienten besitzen. Es soll die nächste Aufgabe des Verfassers sein, mit dem im hiesigen Institut vorhandenen Apparat die Elasticität des Beryll und Apatit in verschiedenen zur Hauptaxe normalen Richtungen zu untersuchen.

Herr A. **Vogel** trägt vor:

„Ueber Cyannachweis."

Vor einiger Zeit habe ich im Tabakrauche Schwefelwasserstoff und Cyan nachgewiesen, welche Substanzen in demselben bis dahin meines Wissens nicht bekannt waren.

Die Auffindung des Schwefelwasserstoffes im Tabakrauche unterliegt durchaus keinen Schwierigkeiten unter Anwendung der bekannten beiden charakteristischen Reagentien auf Schwefelwasserstoff, Bleiessig und Nitroprussidnatrium. Leitet man Tabakrauch durch eine alkoholische mit Essigsäure stark angesäuerte Bleizuckerlösung, so schwärzt sich das Einströmungsrohr nach kurzer Zeit in auffallender Weise, während sich alsbald in der Flüssigkeit selbst ein schwarzer Niederschlag von Schwefelblei absetzt. Die alkoholische Lösung des Bleizuckers ist der wässrigen Lösung vorzuziehen, um den Absatz von harzartigen Substanzen aus den Verbrennungsprodukten des Tabakes zu vermeiden, das starke Ansäuern der Bleizuckerlösung mit Essigsäure ist desshalb nöthig, um den Absatz des Schwefelbleies unvermengt mit Bleicarbonat zu erhalten, welch' letzteres durch den nicht unbedeutenden Gehalt des Tabakrauches an Ammoniumcar-

bonat ohne diese Vorsichtsmaassregel unfehlbar gleichzeitig mit dem Schwefelblei herausfallen müsste. In dieser Weise ausgeführt eignet sich der Versuch auch zur quantitativen Bestimmung des Schwefelwasserstoffes im Tabakrauche. Man kann sich übrigens auch auf eine noch einfachere Art vom Schwefelwasserstoffgehalte des Tabakrauches überzeugen, wenn man den Rauch einer Cigarre auf ein mit Bleiessig befeuchtetes Papier leitet, wobei sogleich eine Bräunung der vom Tabakrauche betroffenen Stelle des Bleipapieres eintritt. Ganz besonders charakteristisch zeigt sich die bekannte Reaktion des Schwefelwasserstoffes auf Nitroprussidnatrium, wenn man ein Paar Tropfen einer mit Ammoniak versetzten Nitroprussidnatrium-Lösung in ein Proberohr bringt und nun Tabakrauch durch ein Einströmungsrohr, welches nicht ganz auf den Boden der Proberöhre reicht, einleitet. Die durch Schütteln mit der Lösung von Nitroprussidnatrium befeuchteten Wände des Glases färben sich durch die Einwirkung des schwefelwasserstoffhaltigen Tabakrauches tief violettroth. Wegen Leichtigkeit der Ausführung des Versuches ist der Nachweis des Schwefelwasserstoffes im Tabakrauche nach den von mir angegebenen Methoden schon seit Jahren ein anschaulicher Vorlesungsversuch geworden. Dieses Auftreten von Schwefelwasserstoff im Tabakrauche ist nach meinem Dafürhalten nicht ohne Bedeutung auf die Beurtheilung des Einflusses, welchen das Einäschern schwefelhaltiger Pflanzentheile auf die Genauigkeit der Schwefelsäurebestimmung in den Aschen ausübt. Nach wiederholten Versuchen beträgt der Verlust an Schwefelsäure, wie solcher beim Einäschern der Tabakblätter durch Entweichen von Schwefelwasserstoff veranlasst wird, ungefähr 10 Proc. des Schwefelsäuregehaltes.

Etwas umständlicher ist es allerdings, Cyanverbindungen im Tabakrauche aufzufinden. Man lässt Tabakrauch durch eine concentrirte Lösung von kaustischem Kali oder Natron

hindurchströmen. Ich bediente mich zur Herstellung der zu meinen neueren Versuchen verwendeten Natronlauge des aus Natrium gewonnenen Natronhydrates, welches sich vor anderen durch ganz besondere Reinheit auszeichnet. Die kaustische Lösung färbt sich durch längeres Einleiten des Tabakrauches schwach braun und muss, wenn beim Verdünnen mit Wasser eine Trübung entsteht, filtrirt werden. Hierauf versetzt man mit einer Eisenoxydhaltigen Lösung von Eisenvitriol und erwärmt unter Zusatz von Salzsäure. Das gefällte Eisenoxydoxydul löst sich hiebei unter Zurücklassung von Berlinerblau. Nach dem Filtriren und vollständigem Auswaschen mit heissem Wasser und später mit Alkohol bleibt das Berlinerblau gewöhnlich schon tiefdunkelblau auf dem Filtrum zurück. Ist es aber von brenzlichen Bestandtheilen des Tabakrauches schmutzig grün gefärbt, so muss es durch Behandeln mit Aether und Alkohol von dieser Verunreinigung befreit werden, worauf es stets in seiner charakteristischen Färbung zurückbleibt. Am schönsten wird es immer erhalten, wenn man dasselbe, nachdem es auf dem Filtrum so viel wie möglich ausgewaschen mit verdünnter Natronlauge zersetzt und in die vom Eisenoxyde abfiltrirte Lösung ein Eisenoxyd-Oxydulsalz bringt, wodurch es nach der Behandlung mit Salzsäure von fremden Beimengungen befreit regenerirt. Zu den Quantitätsbestimmungen der Blausäure im Tabakrauche (Chemische Beiträge S. 110) wurde immer nach der hier angegebenen Weise verfahren. Ich habe selbst schon früher angegeben, dass in einigen der von mir untersuchten Tabaksorten, namentlich in sehr altem abgelagertem Rauchtabak, der Cyangehalt ein äusserst geringer ist, bisweilen ganz fehlt, so dass allerdings die Wiederholung des Versuches mitunter kein Resultat ergeben konnte. Diess und der Umstand, dass der Nachweis von Cyanverbindungen im Tabakrauche immerhin etwas complicirter Natur ist, mag wohl die Veranlassung gewesen sein,

dass der Gehalt des Tabakrauches an Cyan hin und wieder auf Grund angestellter Versuche bezweifelt wurde, obgleich derselbe von verschiedenen Seiten Bestätigung gefunden hat. Ich hielt es daher für geeignet, dem Gegenstande wieder meine Aufmerksamkeit zuzuwenden, um denselben durch weitere Versuche zu ergänzen. Hiezu fand ich ausserdem noch besondere Veranlassung durch ein neues charakteristisches für Cyan aufgefundenes Reagens, (Zeitschrift für analytische Chemie B. V. S. 465) wie bekannt die Trinitrophenylsäure, welche mit Cyankaliumlösung eine tiefdunkelrothe Lösung hervorbringt. Schon früher habe ich durch Versuche dargethan, dass die Reaktion der Trinitrophenylsäure auf Blausäure bei einer 30,000 fachen Verdünnung der letzteren noch vollkommen deutlich ist und erst bei einer diesen Grad übersteigenden Verdünnung anfängt, unsicher zu werden. Ist die Verdünnung sehr bedeutend, so tritt die Färbung erst nach länger fortgesetztem Kochen deutlich bemerkbar ein. Vor der Reaktion durch Bildung von Berlinerblau hat die Pikrinsäurereaktion noch den Vortheil, dass sie sofort oder doch nach kurzer Zeit auftritt, während erstere bei stärkerer Verdünnung erst nach einigen Tagen Aufschluss gewährt. Ich muss hier auf einen Umstand aufmerksam machen, welcher mir bei meiner früheren Arbeit entgangen ist. Die hellgelbliche wässrige Lösung von Pikrinsäure wird beim Behandeln mit etwas Kali- oder Natronlauge in der Wärme an und für sich schon einigermassen dunkler gefärbt, was man Spuren von Cyanverbindungen zuzuschreiben geneigt sein könnte. Es dürfte daher zu empfehlen sein, mit Kali- oder Natronlösung erwärmte Pikrinsäurelösung als Reagens auf Cyanverbindungen in Anwendung zu bringen. Durch Zunahme der dunklen Färbung im Vergleiche zur ursprünglichen von der Alkaliwirkung allein herrührenden gewinnt man solcher Weise sichere Ueberzeugung vom Vorhandensein von Cyanverbindungen in der untersuchten Flüssigkeit. Die

Pikrinsäurereaktion ist besonders geeignet, um auf einfache Art den Blausäuregehalt des Tabakrauches nachzuweisen. Man hat nur nöthig, mittelst eines Aspirators Tabakrauch durch Natronlauge zu leiten, und diese hierauf mit neutralisirter Pikrinsäure versetzt zu kochen. Die tief dunkelrothe Färbung tritt sogleich ein, so dass die Reaktion bedeutend weniger umständlich erscheint, als die Bildung von Berlinerblau durch Kochen mit oxydhaltigem Eisenvitriol und Versetzen mit Salzsäure. Ich glaube, dass hiemit, durch einen ohne alle Schwierigkeit ausführbaren Versuch das Vorkommen von Blausäure im Tabakrauche ausser Zweifel gesetzt ist.

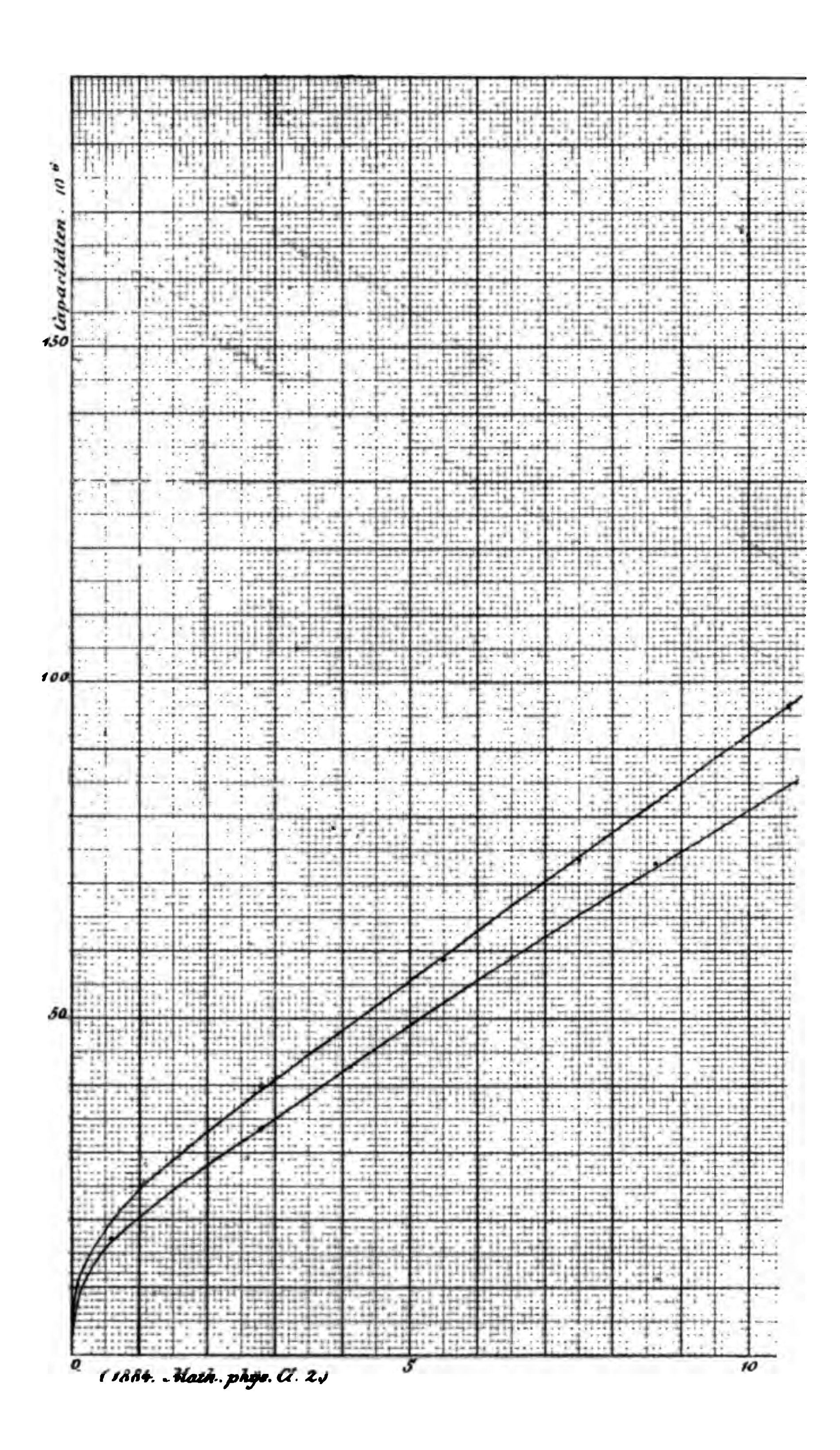
In meiner früheren Arbeit (a. a. O.) habe ich ausdrücklich angegeben, dass es mir nicht gelungen war, im Steinkohlenleuchtgase Cyanverbindungen nachzuweisen und mir vorbehalten habe, durch weiter fortgesetzte Versuche hierüber Aufklärung zu gewinnen. Die Abwesenheit von Cyanverbindungen im Steinkohlenleuchtgase musste umsomehr den Analytikern auffallen, als bekanntlich in den Nebenprodukten der Steinkohlenleuchtgas-Fabrikation Cyanverbindungen in grosser Menge angetroffen werden. „Aus 1000 Kilogramm Gaskalk können 15 Kilogramm Berlinerblau erhalten werden" (Krafft, Brevets d'invention t. XVII p. 159). Die Laming'sche Mischung, womit das Steinkohlenleuchtgas gereinigt worden, enthält Cyancalcium und Cyanammon und wird sogar fabrikmässig zur Darstellung von Berlinerblau auf gewöhnliche Weise verwendet. In Marseille stellt Menier jährlich bedeutende Quantitäten von Schwefelcyanammonium aus Gaskalk dar. Als accessorischer Bestandtheil des Ammoniakgaswassers wird allgemein Schwefelcyanammon angegeben. In den Krystallen von Ammonbicarbonat aus den Condensationsapparaten des Steinkohlenleuchtgases habe ich schon früher geringe Mengen von Schwefelcyanammon gefunden (Münchener Gelehrte Anzeigen B. 34. S. 597). Indess konnte immerhin durch direktes Einleiten des Steinkohlenleuchtgases in Eisenchloridlösung

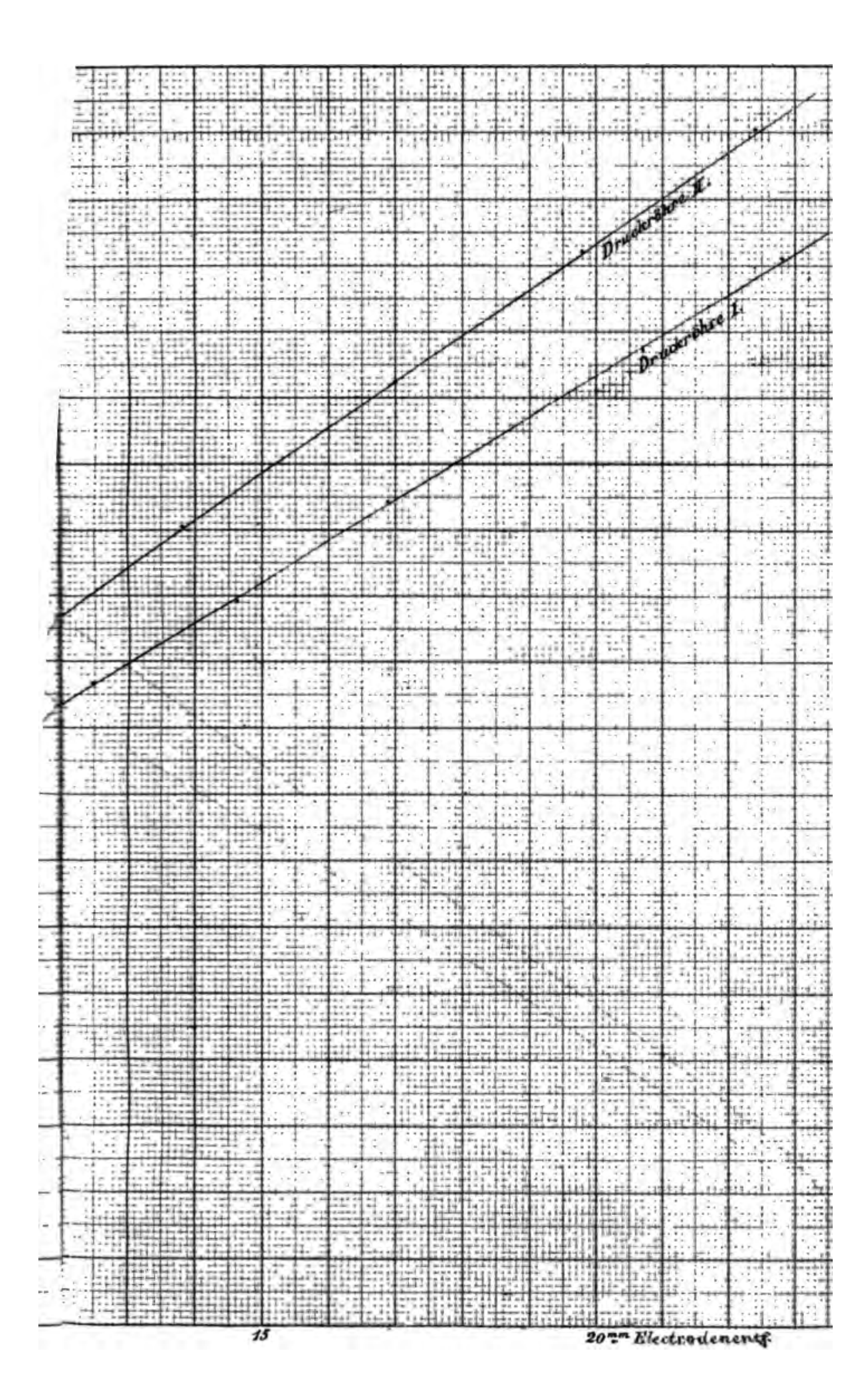
durchaus kein Röthlichfärben dieser Lösung beobachtet werden.

Meinen neuesten Versuchen ist es nun geglückt, Cyanverbindungen im Steinkohlenleuchtgase wie ich glaube auf das Bestimmteste nachzuweisen. Zunächst ist dieses längst angestrebte Resultat durch die Pikrinsäurereaktion auf Cyan erzielt worden, — eine Reaktion, welche wie schon oben angegeben, etwas empfindlicher ist, als die Cyanreaktion durch Bildung von Berlinerblau. Um im Steinkohlenleuchtgase durch Pikrinsäure sichere Reaktionen auf Cyanverbindungen beobachten zu können, ist es nach meinen Versuchen hinreichend, ungefähr 6 Liter Steinkohlenleuchtgas durch starke Natronlauge hindurch zu leiten. Diese Natronlauge zeigt bei der Behandlung mit neutralisirter Pikrinsäure in der Wärme sofort dunkelblutrothe Färbung. Will man zu weiterer Bestätigung die Reaktion durch Bildung von Berlinerblau eintreten lassen, so erscheint es geboten, eine grössere Menge von Steinkohlenleuchtgas durch Natronlauge hindurch zu leiten. Der Grund, weshalb diese Reaktion bei früheren Versuchen nicht erhalten wurde, dürfte darin zu suchen sein, dass das Einleiten des Steinkohlenleuchtgases zu früh unterbrochen worden. Nachdem eine entsprechende Menge von Steinkohlenleuchtgas eingeleitet, tritt bei Behandlung der Natronlauge mit oxydhaltigem Eisenvitriol alsbald grünliche Färbung der Flüssigkeit und nach einigen Stunden Stehen ein Absatz von Berlinerblau ein. Dahin ist meine frühere Angabe (a. a. O.) zu berichtigen: „Ich will noch bemerken, dass eine mit etwas kaustischem Kali versetzte Lösung von Pikrinsäure durch längeres Einleiten von Münchener Leuchtgas sich schwach röthlich-braun färbte. Da indess dieselbe Flüssigkeit auf die bekannte Weise mit oxydhaltigem Eisenvitriol und Salzsäure behandelt keine von Berlinerblau herrührende grüne Färbung wahrnehmen liess, so will ich vorläufig nicht entscheiden,

ob diese Farbenveränderung der Pikrinsäure von einem Gehalte des Leuchtgases an Blausäure, oder von einem anderen zufälligen Bestandtheile des Gases herrühre." Nach meinen hier erwähnten neueren Versuchen kann nun über den bisher nicht nachgewiesenen Gehalt des Steinkohlenleuchtgases an Cyanverbindungen kein Zweifel mehr bestehen.

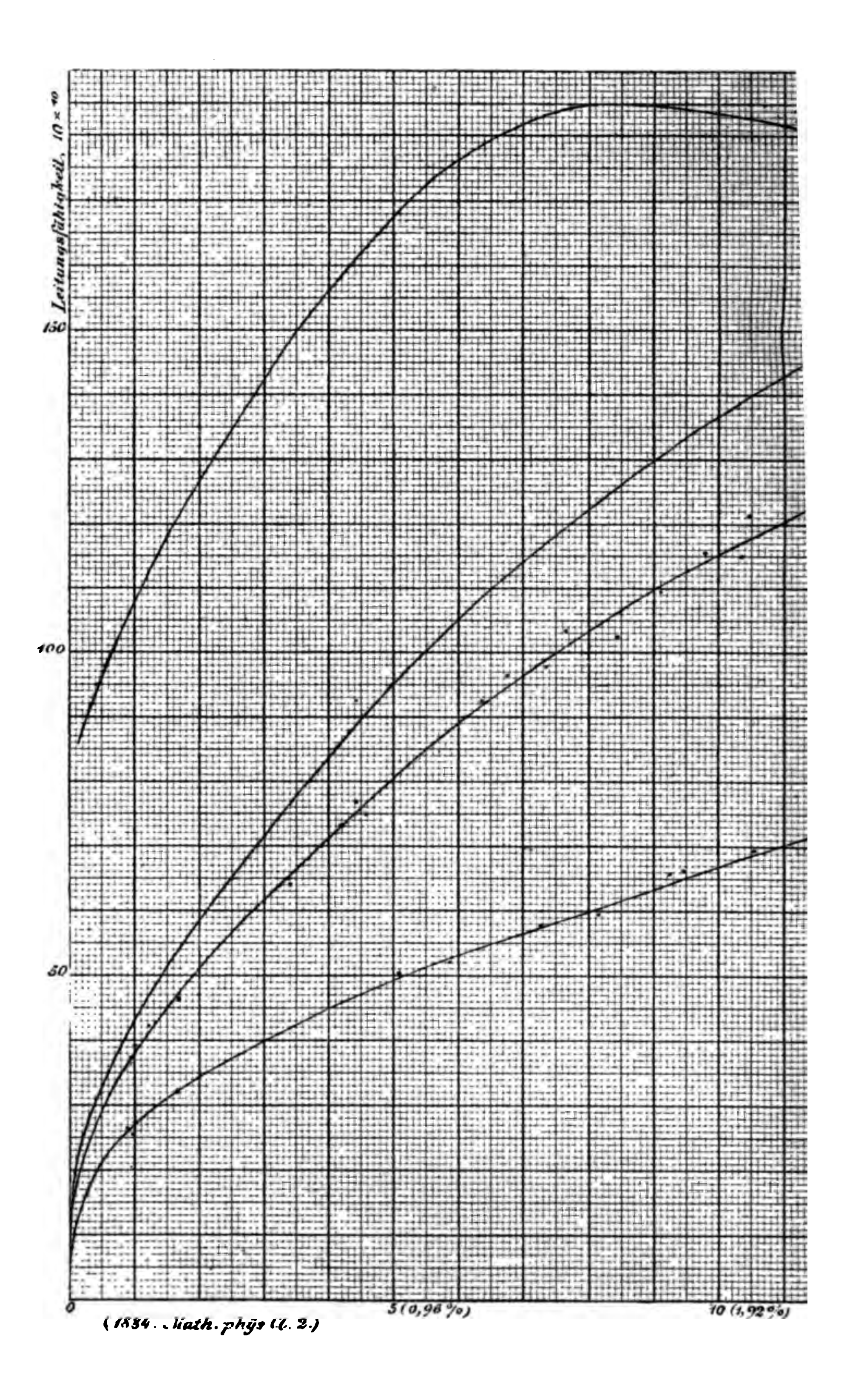

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

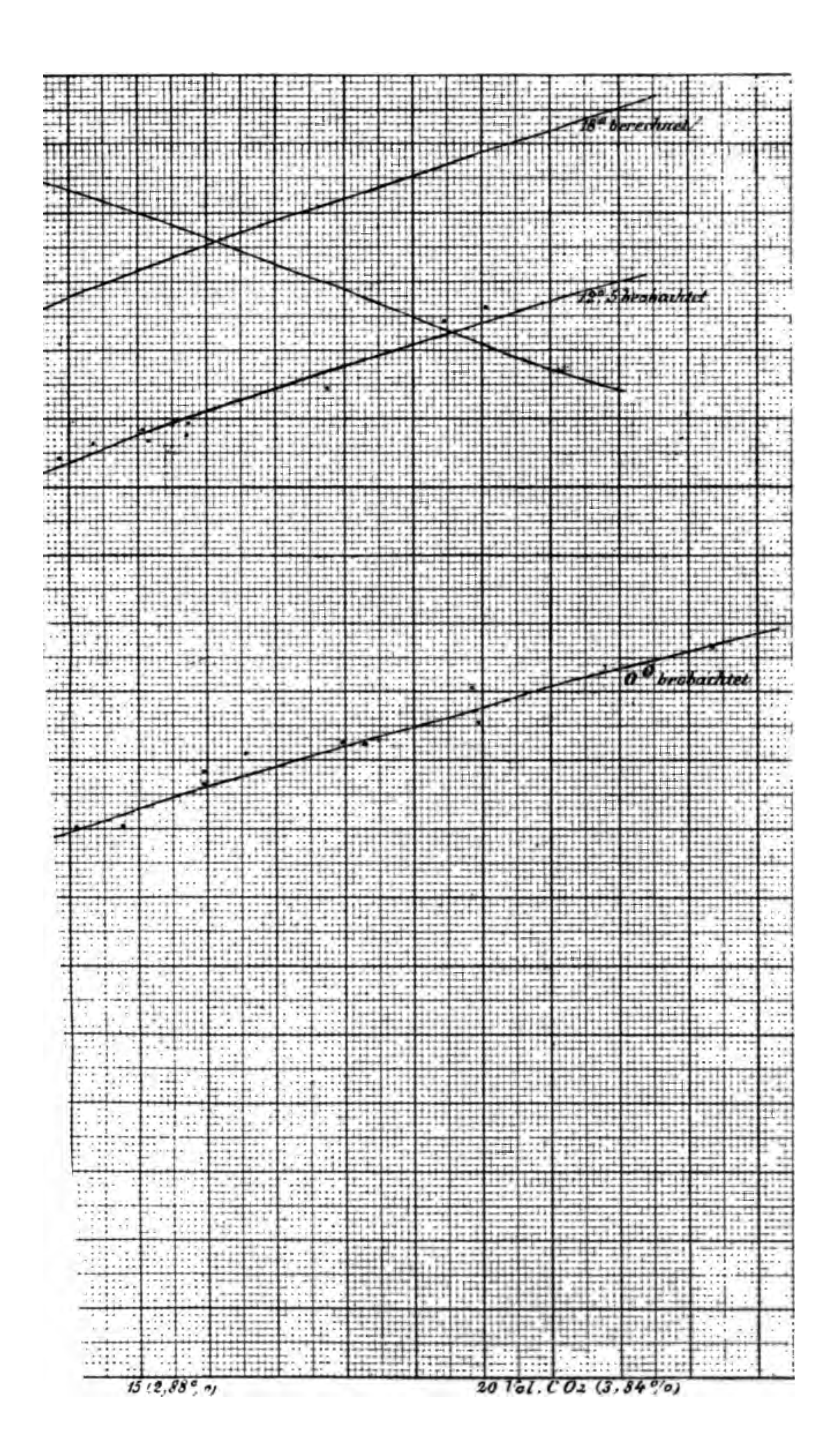

Capaciteten . 10⁶
150
100
50
0
5
10



Druckröhre II.
Druckröhre I.
15
20mm Electrodenentf.




Leitungsfähigkeit, 10 × 10
150
100
50
0
5 (0,96 %)
10 (1,92 %)
(1884. Math. phys. Cl. 2.)



18° berechnet
12°,5 beobachtet
0° beobachtet
15 (2,88 %)
20 Vol. CO2 (3,84 %)



Herr W. von Beetz legte vor und besprach eine Abhandlung des Herrn Emanuel Pfeiffer:

„Ueber die electrische Leitungsfähigkeit des kohlensauren Wassers und eine Methode, Flüssigkeitswiderstände unter hohen Drucken zu messen."

(Mit 2 Tafeln.)

Schon Hittorf hat in einer seiner bekannten Arbeiten[1]) über die Wanderung der Jonen während der Electrolyse den Ausspruch gethan, dass in Zukunft die electrischen Verhältnisse bei Beurteilung der chemischen Constitution der Körper in zweifelhaften Fällen von entscheidender Bedeutung seien, und seitdem hat sich dieser Satz in einer Reihe von Fragen chemischen Characters bewahrheitet.

Nachdem die electrischen Erscheinungen auch in der Frage über die Natur der Absorption von Gasen in Flüssigkeiten vor Kurzem von F. Kohlrausch[2]) benützt worden sind, der aus dem Verlaufe der Curve, welche die Beziehung zwischen Procentgehalt und electrischer Leitungsfähigkeit bei wässeriger Ammoniaklösung darstellt, den Schluss zog, dass man es bei dieser Verbindung sicher nicht mit einer Lösung von Ammoniumhydrat in Wasser zu thun habe, wie bisher vielfach angenommen wurde, drängte sich mir die Frage auf, wie sich in dieser Beziehung die Lösung von Kohlensäure in Wasser verhalte, welche nur durch Anwendung höherer Drucke erschöpfend behandelt werden kann.

1) Pogg. Ann. 103. 1858. p. 17.
2) Wied. Ann. 6. 1879. p. 189.

In der Absicht, dieser Frage näher zu treten, unterstützten mich sehr wesentlich zwei Punkte:

1. besitzen wir in dem hier als bekannt vorauszusetzenden Cailletet'schen Apparat, in welchem dieser die Verflüssigung der sog. permanenten Gase zeigte, ein Mittel zur verhältnismässig leichten Herstellung hoher Drucke und

2. liegen für die Lösung von Kohlensäure in Wasser die nötigen Hilfszahlen vor, indem vor Kurzem durch von Wroblewsky[1]) die Veränderung der Absorptionscoëfficienten von Kohlensäure in Wasser unter hohen Drucken einer Untersuchung unterworfen worden ist, auf dessen Angaben ich mich in vorliegender Abhandlung stützen werde.

Er gibt in einer Tabelle die unter verschiedenen Drucken von einer bis 30 Atmosphären durch 1 ccm Wasser absorbirten Kohlensäuremengen für die Temperaturen $0^0$ und $12^0,43$ an. Für diese letzteren entwarf ich mir zwei Curven, welche mir die Abhängigkeit des Kohlensäuregehaltes vom Drucke angaben. Die von mir zu lösende Aufgabe bestand sodann nur darin, für das unter irgend einem Drucke mit Kohlensäure gesättigte Wasser die Leitungsfähigkeit zu bestimmen. Denn da ich zwei Versuchsreihen in der Nähe obiger zwei Temperaturen durchführte, so war die Berechnung des entsprechenden Kohlensäuregehalts durch lineare Interpolation aus den Zahlen v. Wroblewsky's gestattet, umsomehr, als in der bekannten Formel Bunsens[2])

$$c = \alpha + \beta t + \gamma t^2,$$

wo c den Absorptionscoëfficienten eines Gases in einer Flüssigkeit bei der Temperatur t und $\alpha$, $\beta$ und $\gamma$ Constanten bedeuten, der Coëfficient $\gamma$ in allen von ihm untersuchten Fällen einen sehr kleinen numerischen Wert besitzt.

1) Wied. Ann. 18. 1883. p. 290.
2) Bunsen. Gasom. Meth.

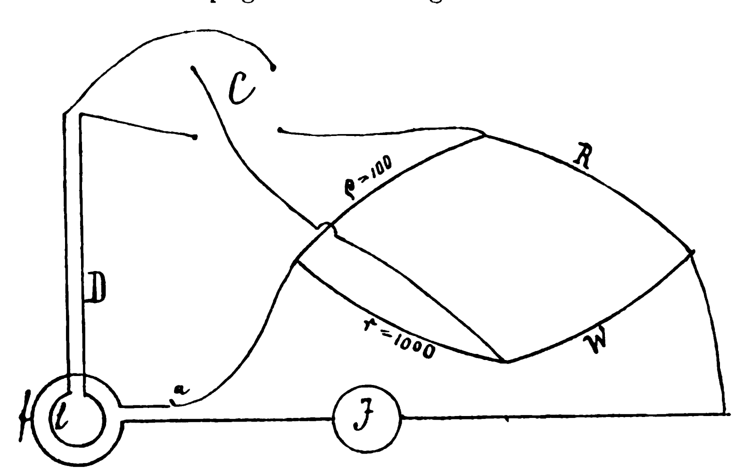
**Apparate.**

Die Widerstandsbestimmungen geschahen nach der bekannten Kohlrausch'schen Methode mit Wechselströmen.[1])

I. Zur Erzeugung der alternirenden Ströme diente der von Kohlrausch angegebene Sinusinductor[2]), der von dem an citirter Stelle beschriebenen nur darin abweicht, dass er eine Belastung bis zu 30 Kilogramm zuliess, so dass die Tourenzahl des Magneten bis zu ca. 160 in der Secunde gesteigert werden konnte. Ein Bleigewichtssatz gestattete, die Belastung in Intervallen von 3 zu 3 Kilogramm zu variiren.

II. Als strommessendes Instrument benützte ich Kohlrausch's Unifilardynamometer.[3])

III. Die Ablesung der Ausschläge dieses Spiegelinstrumentes geschah mit Fernrohr und Skala, welch' letztere über 3 m vom Spiegel entfernt aufgestellt war.




Figur 1.

1) Pogg. Ann. 154. 1875. p. 3.
2) Pogg. Ann. Jubelb. p. 292.
3) Pogg. Ann. 15. 1882. p. 556.

IV. Die Widerstandsmessungen wurden nach der Wheatstone'schen Brückenmethode mit Hilfe der grossen Siemens'schen Brücke durchgeführt. Das Schema, nach dem die Messungen vorgenommen wurden, ist aus Figur 1 ersichtlich: J bezeichnet die 4 hintereinander geschalteten Rollen des Sinusinductors, f den festen Multiplicator und l die aufgehängte Rolle des Dynamometers D. $\varrho$, r und R sind die Zweigwiderstände der Siemens'schen Brücke, W der zu messende Flüssigkeitswiderstand. Der Stromschlüssel a blieb fortwährend geschlossen, da die Erwärmung bei den an sich schwachen Strömen und bei den in meinem Fall vorkommenden, meist sehr grossen Widerständen nicht in Betracht kam. Wegen des grossen Betrags dieser letzteren musste bei allen Widerstandsmessungen (die Capacitätsmessungen [s. unten] mit Essigsäure ausgenommen) das Verhältniss

$$\frac{\varrho}{r} = \frac{100}{1000}$$

genommen und daher auf den Vorteil der Gleichheit von $\varrho$ und r verzichtet werden. In dem zur Rolle l führenden Brückenzweig befand sich der Commutator C zum bekannten Zwecke der Präcisirung der Widerstandsmessung, indem nicht die der Beziehung

$$\frac{\varrho}{r} = \frac{R}{W}$$

entsprechenden Werte R durch die Nullstellung des Dynamometers ermittelt, sondern für ein zu grosses und zu kleines R je die zwei den beiden Commutatorstellungen entsprechenden Ablenkungen abgelesen wurden.

Vor Anwendung der Siemens'schen Brücke als Messapparat musste untersucht werden, 1. ob sie für die bei Anwendung von Wechselströmen auftretenden Spannungsdifferenzen noch genügend isolirte und 2., ob die Selbstinduction

der Rollen nicht störend wirkt, wenngleich dieselbe bekanntlich bei den Siemens'schen Rheostaten durch bifilare Wickelung der Rollen möglichst vermieden ist. Dies geschah in der Weise, dass ich einen bestimmten, von Selbstinduction gewiss freien Widerstand einmal mit alternirenden Strömen und Dynamometer, das andere Mal mit constantem Strom und Galvanometer beobachtete und die Resultate verglich. Als zu bestimmenden Widerstand wählte ich Zinkvitriollösung mit Electroden von amalgamirtem Zink, da hier bekanntlich bei nicht zu starken Strömen keine Polarisation auftritt[1]), also die Widerstandsmessung auch mit constantem Strom ausgeführt werden kann. Diese Flüssigkeit wurde in der Weise hergestellt, dass concentrirte Zinkvitriollösung mit Zinkcarbonat gekocht wurde, um die freie Säure zu entfernen, und dass dann nach Entfernung des Zinkcarbonats mittelst Filtration diese concentrirte Lösung mit Wasser so lange verdünnt wurde, bis sich mittelst des Pyknometers das specifische Gewicht 1,285 ergab, welchem Gehalt bei 18° das Maximum der Leitungsfähigkeit zukommt.[2]) Als Widerstandsgefäss wählte ich eine über 1,5 m lange, im Innern ca. 11,3 □mm Querschnitt besitzende Glasröhre, welche von 5 zu 5 cm geteilt und mit Quecksilber calibrirt war. Die untere der beiden, die Glasröhre knapp ausfüllenden Zinkelectroden war fest eingekittet, die obere mittelst eines angelötheten Drahtes verschiebbar. Auf diese Weise konnten Widerstände bis über 30,000 Siemenseinheiten erzielt werden; ich wählte den zu untersuchenden Widerstand deshalb so gross, um die Brücke unter ungefähr den nämlichen Bedingungen zu prüfen, unter denen ich sie später zu benützen hatte.

Bei der Messung war nun neben dem Dynamometer ein äusserst empfindliches Wiedemann'sches Spiegelgalvanometer

---

1) Wiedemann, Galv. 1883, II, p. 794 ff.
2) Wied. Ann. 6. 1879. p. 50.

aufgestellt und wurde unmittelbar nacheinander für die nämliche Stellung der obern Electrode der Widerstand mit constantem Strom und Galvanometer, sowie mit Wechselströmen und Dynamometer gemessen. Aus der Reihe von Vergleichungen greife ich ein Beispiel heraus, das die befriedigende Uebereinstimmung beider Messmethoden zeigt. Bei einem ungefähren Widerstand von 27000 Siemenseinheiten ergab sich die Leitungsfähigkeit obiger Lösung für 18°

a) für constanten Strom $= 438{,}9 \cdot 10^{-8}$,

b) für Wechselströme $= 439{,}5 \cdot 10^{-8}$.

Für gleiche Temperatur und gleichen Gehalt findet sich

nach Beetz $443 \cdot 10^{-8}$ und

nach Kohlrausch $452 \cdot 10^{-8}$.

Hiermit ist die Anwendbarkeit der Brücke für Wechselströme erwiesen.

V. Widerstandsgefässe. Einmal benützte ich für die geringeren Kohlensäuregehalte, die unter gewöhnlichem Atmosphärendruck erzielt werden konnten, zwei Glasgefässe nach Kohlrausch's Angaben[1]), nämlich die an eben citirter Stelle mit Nr. 2 und 3 bezeichneten. Das Gefäss Nr. 3 hatte eine kleine Abänderung erhalten, indem sein Boden einen kugelförmigen Glas-Ansatz nach innen trug, so dass zwischen diesem und der äussern Gefässwand die untern Ränder der beiden platinirten Platinelectroden unveränderlich festgelegt waren, was eine Veränderung der Widerstandscapacität unmöglich machte. Wegen der Grösse meiner Widerstände benützte ich zuletzt fast ausschliesslich letzteres Gefäss.

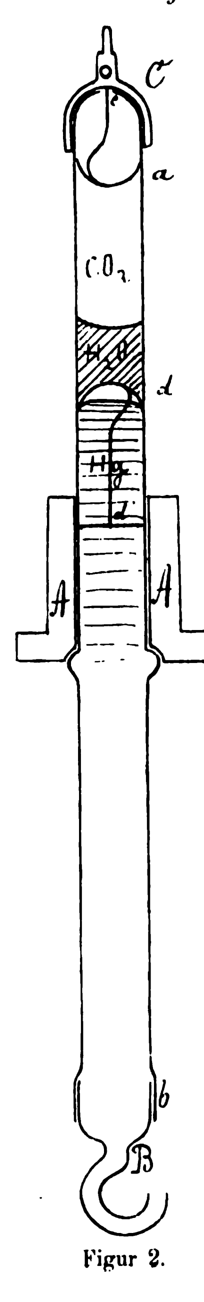
Andererseits bediente ich mich für Kohlensäuregehalte, zu deren Herstellung erhöhter Druck erforderlich war, zweier

1) Wied. Ann. 6. 1879. p. 6 u. Taf. I.

Glasröhren, welche in den Cailletet'schen Apparat eingesetzt wurden.

VI. Hiemit komme ich zum Cailletet'schen Apparat, dessen ursprüngliche Einrichtung ich übergehen kann. Nur der für meine Zwecke getroffenen Abänderungen muss ich näher gedenken. Diese beziehen sich

1. auf die unter V erwähnten Glasröhren, in denen das kohlensaure Wasser unter Druck untersucht wurde. Nach einer langen Reihe von missglückten Experimenten haben dieselben folgende, aus Figur 2 ersichtliche Gestalt angenommen: die Messingfassung A, in welche Cailletet's Druckröhren eingekittet und mittelst deren sie im Apparat befestigt werden, behielt äusserlich ihre Gestalt bei, nur die innere Bohrung war bedeutend weiter, so dass die beiden von mir zur Anwendung gebrachten Glasröhren, die in der Folge als Druckröhre I und II bezeichnet werden, äussere Durchmesser von 1,7 cm und 1,6 cm erhielten. Die Gesammtlänge betrug ca. 60 cm, diejenige des aus A herausragenden Teils etwa 27 cm; der untere Fortsatz reichte bis auf den Boden des Eisencylinders des Cailletet'schen Apparates und endigte mit einer Verdickung b, in welche das gläserne Verschlussstück B eingeschliffen war. Ohne die Verdickung wäre das Einbringen der schwimmenden Electrode (siehe weiter unten) nicht möglich gewesen, da sich diese ganz eng an die innere Röhrenwand anlegte. Das obere Ende c ist halbkugelförmig abgeschmolzen und hat in der Mitte eine kleine Oeffnung, die einen Platindraht durchlässt. Letzterer trägt an seinem untern Ende ein angenietetes, platinirtes Platinblech a von halbkugelförmiger Gestalt, dessen Rand sich eng an die Glaswand anschliesst bis auf eine Stelle, wo die Electrode eingedrückt ist, um Flüssigkeiten leichter durchzulassen. Das obere Ende des Platindrahtes ist an eine Messingkappe C angelöthet, die von aussen auf der Glasröhre aufsitzt und sie über 1 cm nach abwärts eng umschliesst. Der Verschluss




Figur 2.

der Röhre wird dann dadurch bewerkstelligt, dass Glas und Kappe mit Siegellack zusammengekittet werden. Die Kappe endigt nach oben in eine Spitze, auf die eine Klemmschraube aufgesetzt wird, die als obere Stromzuleitung dient. In einer Durchbohrung der Spitze ist eine zu einem seitlich aufgestellten Stativ führende Kette befestigt, die den Zweck hat, bei etwaigen Zertrümmerungen der Röhre die schwere Metallkappe festzuhalten und unschädlich zu machen.

Die untere Stromzuleitung geschah durch den Apparat selbst. Der Leitungsdraht wurde am Eisenklotz befestigt, in den das Quecksilber eingefüllt war, welches die Druckröhren nach unten abschloss. Auf der Quecksilberoberfläche befand sich ein Schwimmer d, bestehend aus einer der festen Electrode ähnlichen Platinkuppe mit nach abwärts angenietetem Platindraht. In die untere Höhlung der Electrode war ein Glaskörper von einer Grösse eingeschmolzen, dass das Ganze auf dem Quecksilber schwamm und gerade die Kuppe sich auf das Quecksilberniveau auflegte. Das untere Ende des Platindrahtes war horizontal umgebogen und derart zu einem Kreis geformt, dass er sich an die innere Röhrenwand möglichst eng anschloss. Da sich auch die Electrode selbst so gut an dieselbe anschmiegte, als die freie Bewegung erlaubte, so war, wenn sich bei der Com-

pression der Schwimmer auf dem Quecksilber nach aufwärts bewegte, eine Seitenverschiebung nicht möglich.

Der Gang der Versuche wird später unter der Ueberschrift „Versuchsanordnung" genau auseinander gesetzt werden, hier muss ich nur zur Vollendung der Beschreibung bemerken, dass nach Befestigung der Röhre im Cailletet'schen Apparat dieselbe unten durch Quecksilber abgesperrt war, auf dessen Niveau die untere Electrode schwamm. Ueber derselben stand die zu untersuchende Wassersäule und über dieser Kohlensäuregas (siehe Figur 2). Eine Widerstandsbestimmung konnte also erst vollzogen werden, wenn die Compression und Absorption der Kohlensäure soweit vorgeschritten war, dass die obere, feste Electrode bereits in Wasser tauchte. Halbkugelförmige Gestalt hatten die Electroden erhalten, um bei dem gegebenen Röhrenquerschnitt eine möglichst grosse Electrodenoberfläche zu erzielen. Dieselbe betrug bei

Druckröhre I ca. 2,9 □cm,

bei der für höheren Druck bestimmten

Druckröhre II ca. 2,7 □cm,

so dass ich schon aus Kohlrausch's[1]) Angaben schliessen durfte, dass sich der Einfluss der Polarisation schon bei mässiger Tourenzahl des Inductors nicht mehr geltend machen würde. In wie weit dies der Fall war, zeigt die nachfolgende kleine Tabelle. Es wurde Maximalessigsäurelösung bei constanter Temperatur und Electrodenentfernung in der Druckröhre I in Bezug auf ihren Widerstand mit verschiedenen Tourenzahlen untersucht. Aus der Abnahme der beobachteten Widerstände ist der Einfluss der Polarisation deutlich ersichtlich, der sich bei geringen Tourenzahlen als Vermehrung des wahren Widerstandes bemerkbar macht. Von

1) Pogg. Ann. Jubelb. p. 301.

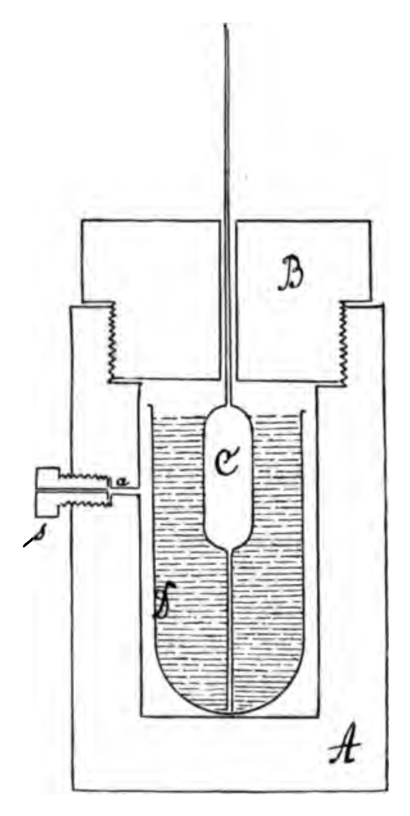
21 Kilo Belastung an werden die Abweichungen unbedeutend und liegen bereits innerhalb der Beobachtungsfehler. Bei den wesentlich grösseren Widerständen, die ich zu untersuchen hatte, war also bei einer Belastung von 21 Kilo umsomehr kein Einfluss der Polarisation zu befürchten.

Tabelle I.

| Belastung des Inductors | Tourenzahl des Magneten | Widerstand |
|---|---|---|
| 12 Kilo | 78 | 1061,8 |
| 15 " | 100 | 1055,0 |
| 18 " | 127 | 1048,1 |
| 21 " | 143 | 1044,7 |
| 24 " | 153 | 1041,8 |
| 27 " | 160 | 1042,5 |

2) Die nächste Abänderung am Cailletet'schen Apparat betrifft das Manometer. Das mit der Presse durch ein Kupferrohr verbundene, bis 300 Atmosphären reichende Bourdon'sche Manometer erwies sich natürlich als viel zu unempfindlich. Auch Versuche mit zwei empfindlicheren Manometern derselben Construction fielen zu meiner Unzufriedenheit aus; selbst die besten Instrumente dieser Art haben immer etwas toten Gang und der Einfluss der Temperatur auf ihre Angaben lässt sich schwer mit Genauigkeit angeben. Ich entschloss mich daher zur Construction eines Luftmanometers (Figur 3). Mit dem eben erwähnten kupfernen Verbindungsrohr war mittelst Ueberfangschraube das Ansatzstück s des mit der Bohrung a versehenen, kreisrunden Eisenklotzes A verbunden. Durch ein in der Mitte kreisförmig durchbohrtes, einzuschraubendes Messingstück B wird der Eisenklotz verschlossen. In die Bohrung von B ist das Manometer C mit Siegellack eingekittet. Es besteht aus

einem Glasgefäss mit zwei nach oben und unten angesetzten Capillarröhren, die Millimeterteilungen tragen. Der Durchmesser im Lichten ist ca. 1,5 mm. Das untere Ansatzstück reicht bis nahe auf den Boden des Eisenklotzes, in den ein Glasgefäss D mit sorgfältig gereinigtem und getrocknetem Quecksilber eingesetzt ist. Das untere Ende des Manometers taucht etwa 9 cm tief ins Quecksilber ein, mit dem eingesetzten Glasgefäss D erzielt man bessere Reinhaltung des Quecksilbers, als wenn letzteres direct in den Eisenklotz gegossen wird. Das obere Ansatzstück hat eine Länge von ca. 60 cm, von denen 50 aus dem Messingstück B hervorsehen. Die Volumenbestimmung des Gefässes sowohl, als die Calibrirung der beiden Capillarröhren geschah durch Quecksilberwägung. Nach sorgfältiger Trocknung wurde das obere Ende zugeschmolzen, das untere offene in Verbindung mit einer vorgelegten Chlorcalciumröhre über dem Eisenklotz A aufgestellt. Nachdem der Inhalt des Manometers die Zimmertemperatur sicher angenommen hatte, wurde es in das Quecksilber eingesenkt und festgeschraubt. Gleichzeitig wurden die Zimmertemperatur $t_0$ und der Barometerstand $b_0$, in




Figur 3.

Atmosphären ausgedrückt, abgelesen. Da auch das Gesammtvolumen $v_0$ durch die erwähnten Bestimmungen genau bekannt war, so liess sich die im Manometer enthaltene Luftmenge, die manometrische Constante c, berechnen aus der Beziehung

$$c = \frac{b_0 \cdot v_0}{1 + \alpha t_0}$$

wo $\alpha$ der Ausdehnungscoëfficient der Luft ist. Die Grösse c schwankte während meiner Versuche zwischen 2,729 und 2,788; denn während der sich über ½ Jahr ausdehnenden Versuche war einige Male eine Reinigung und frische Füllung des Manometers notwendig.

Ueber den aus B hervorragenden Teil des Manometers war eine weite Glasröhre gestülpt, die zur Vermeidung rascher Temperaturschwankungen mit Wasser gefüllt war. Ein Thermometer hieng von oben ins Wasserbad. In bekannter Weise ergibt sich der Druck P in Atmosphären, unter dem die Kohlensäure in der Druckröhre steht, aus der Formel

$$P = \frac{c(1 + \alpha t)}{v} \pm \frac{p + w + e - d}{76};$$

hier ist c die oben näher bezeichnete manometrische Constante, v und t Volumen und Temperatur der comprimirten Luft,

p die Höhendifferenz der Quecksilberkuppen in Druckröhre und Manometer,

w der Quecksilberdruck der Wassersäule,

e die Spannkraft der Wasserdämpfe,

d die Capillardepression im Manometer gegenüber der Druckröhre.

Die 4 letzten Grössen sind in cm ausgedrückt. Höhendifferenzen wurden mittelst des Kathetometers bestimmt. Die Einstellung der Quecksilberkuppe in der Druckröhre liess sich trotz des Schwimmers mit genügender Schärfe feststellen,

um die Angabe der 3. Decimale in den späteren Tabellen gerechtfertigt erscheinen zu lassen. Der Druck konnte erst von ca. 3 Atmosphären an abgelesen werden, mit wachsendem Druck wurde das Manometer immer unempfindlicher, so dass sich bei den höchsten zur Anwendung gelangten Drucken die Unsicherheit auf einige Einheiten der 2. Decimale erstreckt.

3. Eine weitere Abänderung bezieht sich auf die Verbindung der hydraulischen Presse mit dem Eisencylinder, in den die Druckröhren eingesetzt werden. Es erwies sich nämlich als unmöglich, die Ventile für längere Zeit derart dicht zu halten, wie es für meine Zwecke notwendig war. Von den Bleidichtungen lösen sich insbesondere nach längerem Gebrauch Stücke los, die teilweise in den Ventillagern hängen bleiben. Es wurde deshalb ein Metallhahn im Verbindungsrohr angebracht, der nach erfolgter Sättigung des Wassers und nach Ablesung des stattfindenden Druckes geschlossen wurde, so dass dann während der darauffolgenden Widerstandsmessung Alles unverändert blieb.

4. Das die Druckröhre umgebende Wasserbad war entsprechend der Zunahme des Querschnitts der Röhre erweitert. Die Temperaturen, bei denen ich den Widerstand der Lösungen zu bestimmen hatte, mussten sich aus den oben angegebenen Gründen an die von v. Wroblewsky angewandten Temperaturen 0° und 12°,43 möglichst annähern. Ich verschaffte mir dieselben in folgender Weise:

Um eine um 0° liegende Temperatur zu erhalten, wandte ich zwei grosse, je 15 Liter Inhalt fassende Blechkästen an, die ganz in Filz eingenäht waren. Dieselben waren mit geschabtem Eis und der eine von beiden immer mit Wasser gefüllt. Aus dem hochstehenden Kasten floss das Eiswasser von unten in das Bad; aus dessen oberem Rand war ein Stück ausgesprengt und dadurch dem überfliessenden Wasser an der Aussenseite des Bades eine bestimmte Bahn vorge-

schrieben, in der es in den die Schutzglocke tragenden Teller floss. Dadurch zeigte die wegen der tiefen Temperatur sonst dicht mit Thau beschlagene Aussenwand des Bades an den vom Wasser bespülten Stellen die Druckröhre vollkommen scharf und wurden von dieser Seite her die Einstellungen und Ablesungen in derselben bewerkstelligt. Das im Teller sich ansammelnde Wasser floss von da in den unteren Eiskasten. War sämmtliches Wasser durchgelaufen, so wurden die beiden Kästen vertauscht.

Zur Erreichung der 2. Temperatur 12°,43 wurde in analoger Weise Wasser aus der Wasserleitung durch das Bad geschickt.

VII. Apparat zur Erzeugung der Kohlensäure. Dieses Gas wurde hergestellt durch Aufgiessen von chemisch reiner, verdünnter Salzsäure auf Marmor mittelst einer langen Trichterröhre. Bei der bekannten Empfindlichkeit des electrischen Leitungsvermögens des reinen Wassers gegen geringfügige Verunreinigungen[1]) musste grosse Sorgfalt auf die Reinigung des Gases verwandt werden. Es gieng durch zwei Vorlagen, die mit wässeriger Lösung von doppeltkohlensaurem Natron gefüllt waren, um sicher jede Spur von mitgerissener Salzsäure zurückzuhalten. Schliesslich wurde es nochmals mit demselben ganz reinen Wasser, das zu den Versuchen selbst diente, gewaschen.

VIII. Der Destillirapparat. Das Wasser, dessen ich mich bei meinen Versuchen bediente, wurde aus einem verzinnten Kupferkessel zweimal destillirt und kam auf seinem Wege nur mit Zinn und Luft in Berührung. Es hatte, nachdem es mit Luft gesättigt war, eine Leitungsfähigkeit, die nur sehr wenig um $3 \times 10^{-10}$ schwankte, wenn für Quecksilber von 0° die Leitungsfähigkeit = 1 gesetzt wird.[2]) Mit

1) Pogg. Ann. Ergbd. VIII. 1876. p. 1 ff.

2) Von nun an soll bei allen auf die Leitungsfähigkeit bezüglichen Zahlen der Factor $10^{-10}$ fortgelassen werden, so dass sich alle Angaben auf $1 \times 10^{-10}$ als Einheit beziehen.

Luft wurde es gesättigt, um die Versuchsbedingungen von Wroblewsky's zu erhalten, dessen Zahlen sich auf lufthältiges, destillirtes Wasser beziehen. Ich erhielt obiges reine Wasser ohne besondere Vorsichtsmassregeln, nur musste der Kessel während der Destillation immer ziemlich gefüllt bleiben; wenn derselbe etwa halb geleert war, machte sich ein Steigen der Leitungsfähigkeit des Wassers bemerkbar. Grössere Reinheit des Wassers hätte mir nichts weiter genützt, da dieselbe doch bei den verschiedenen Manipulationen, denen es bis zur Messung im Cailletet'schen Apparat ausgesetzt war, wieder verloren gegangen wäre. Das Nähere über diese Verhältnisse folgt weiter unten.

### Versuchsanordnung.

1. Für Kohlensäuregehalte, die unter Atmosphärendruck zu erhalten sind, diente das oben erwähnte Widerstandsgefäss Nr. 3. Die Widerstandscapacität desselben wurde mit Essigsäurelösung vom specifischen Gewicht 1,022 und maximaler Leitungsfähigkeit $\lambda$ bestimmt, welch' letztere als Function der Temperatur ausgedrückt wird durch die Gleichung:

$$10^8 \cdot \lambda = 15{,}2 + 0{,}27\,(t - 18).^{1)}$$

Diese Lösung stellte ich mir her durch Mischung von käuflicher, chemisch reiner, concentrirter Essigsäure mit Wasser. Um zu prüfen, ob ich für meine Lösung die Zahl von Kohlrausch zu Grunde legen durfte, wurde sie im Kohlrausch'schen Gefäss Nr. 2 (s. pag. 298) von grösserer Capacität untersucht; es wurde zu diesem Zweck diese Capacität k einmal mit der oben (s. pag. 298) genauer definirten Zinkvitriollösung und dann mit der zu untersuchenden Essigsäurelösung bestimmt. Ich erhielt im 1. Fall

$$k = 0{,}001123,$$

im 2. Fall

$$k = 0{,}001130.$$

1) Wied. Ann. 6. 1879. p. 51.

Nachdem ich mich so von der Richtigkeit obiger Formel für meine Lösung überzeugt hatte, bestimmte ich mit ihr die Capacität $k_1$ des Gefässes Nr. 3 zu

$$k_1 = 0{,}00001375.$$

Auch bei dieser kleinen Capacität betrug der Widerstand meines reinen Wassers in diesem Gefäss immer noch 50 000 Siemenseinheiten.

Sollte nun die Leitungsfähigkeit eines kohlensauren Wassers bestimmt werden, so wurde das mit reinem Wasser gefüllte Widerstandsgefäss in ein grosses Wasserbad gesetzt, das Ende des Gasentwickelungsapparates, welches aus einer langen, spitz ausgezogenen Glasröhre bestand, bis auf den Boden des Gefässes getaucht und der Durchgang der Kohlensäure so lange fortgesetzt, bis der Widerstand der Lösung sich nicht mehr änderte. Dann wurde nach Entfernung der Glasröhre und Einsetzen des Glasstöpsels der Widerstand definitiv bestimmt. Aus der Temperatur des Bades und dem Barometerstand konnte dann für tiefere Temperaturen nach Bunsen[1]), für höhere nach Naccari und Pagliani[2]) der Gehalt an Kohlensäure berechnet werden.

2. Für höhere Gehalte an Kohlensäure benützte ich die beiden bereits beschriebenen Druckröhren I und II. Bei der Füllung wurden dieselben vertikal aufgestellt, mit der Oeffnung b (Figur 2) nach oben, das Verschlussstück B entfernt, sodann so viel Quecksilber eingegossen, dass das übrig bleibende Volumen der für den Versuch in Aussicht genommenen Kohlensäuremenge entsprach. Hierauf wurde mittelst eines fein ausgezogenen Trichters das Wasser in die Röhre gebracht (die Wassersäule hatte meist eine Höhe unter 1 cm) und die schwimmende Electrode d, mit der Kappe nach unten,

---

1) Bunsen, gasom. Meth. 1877. p. 219.
2) Fortschr. d. Phys. 36. p. 258.

in die Röhre geworfen. Das Füllen mit Kohlensäure geschieht alsdann, indem die Ausflussröhre des Kohlensäureapparates so tief ins Gefäss gesenkt wird, bis sein Ende unter Wasser ist. Nachdem der durchgehende Gasstrom alle Luft verdrängt hat und das Ansatzstück B, dessen enges Ende mit dem Finger verschlossen wird, in gleicher Weise mit Kohlensäure gefüllt ist, wird letzteres rasch in die Röhre eingesetzt und diese umgedreht, natürlich die untere Oeffnung immer mit dem Finger verschlossen. Das Quecksilber schliesst dann die Röhre unten ab, die schwimmende Electrode begibt sich an seine Oberfläche und begrenzt die Wassersäule nach unten. Das überschüssige Quecksilber wird jetzt ausgelassen und die Röhre im Cailletet'schen Apparat befestigt.

Nunmehr beginnt die Compression und wird so lange fortgesetzt, bis die obere, feste Electrode ganz in Wasser eintaucht. Die Druckröhre trägt eine Millimeterteilung; die Kuppe der schwimmenden Electrode wird auf einen passenden Teilstrich derselben eingestellt und am Manometer der Druck abgelesen. Nun beginnt für diese ausersehene Stellung der untern Electrode die Sättigung in ähnlicher Weise, wie sie von Wroblewsky[1]) bei seinen Versuchen ausführte. Es wurden geringe Druckschwankungen in rascher Folge hervorgebracht, so dass die schwimmende Kuppe von ihrer früheren Einstellung an gerechnet gleich grosse Oscillationen nach oben und unten vollzog. Dadurch wurde die Flüssigkeit fortwährend zwischen der Glasröhre und den Rändern der festen Electrode durchgepresst und so in derselben Vibrationen und Strömungen erzeugt, welche die Sättigung sehr beschleunigten. Wurde nach einiger Zeit wieder eingestellt, so war in Folge der Absorption der Druck im Manometer gesunken. Nun wurde die Operation so lange wiederholt, bis ein Sinken des Manometers nicht mehr eintrat. Eine weitere Sicherung,

1) Wied. Ann. 18. 1883. p. 291.

dass die Absorption vollendet ist, gibt die hie und da angestellte Bestimmung des Widerstandes, der mit zunehmender Absorption kleiner und kleiner wird und sich einem Grenzwert nähert. Die Operation der Sättigung währte ca. 1 Stunde. War der stationäre Zustand eingetreten, so wurde die Temperatur des Bades der Druckröhre abgelesen und nach nochmaliger scharfer Einstellung der schwimmenden Electrode der Hahn geschlossen; dann folgte die Ablesung des Quecksilberstands im Manometer und Bestimmung der Temperatur des zugehörigen Wasserbades. Aus diesen Daten lässt sich der Druck und dann der Kohlensäuregehalt der Lösung aus von Wroblewsky's Zahlen ermitteln. Schliesslich erfolgte die Widerstandsbestimmung und dann nochmalige Beobachtung der Temperatur des Bades der Druckröhre. Das Mittel aus dieser und der ersten Temperaturbestimmung galt als Temperatur während der Widerstandsmessung.

Es erübrigt nun noch anzugeben, wie aus dem ermittelten Widerstand die Leitungsfähigkeit bestimmt werden konnte. Zu diesem Zwecke wurde eine empirische Aichung der beiden Druckröhren auf galvanischem Wege vorgenommen, was in folgender Weise geschah: Bevor ich die Röhren zu obigen Zwecken gebrauchte, wurden sie ganz analog, wie früher beschrieben, mit der schon öfter erwähnten Maximalessigsäure, Quecksilber und etwas Luft gefüllt. Durch geringe Compressionen der letzteren liessen sich zwischen den beiden Electroden alle gewünschten Flüssigkeitshöhen erzielen. Für eine Zahl von Einstellungen der untern Electrode wurden dann die Widerstände der Essigsäurelösung ermittelt. Die entsprechenden Capacitäten berechnen sich dann als Product dieser Widerstände und der bekannten Leitungsfähigkeiten. Auf Grund dieser Zahlen entwarf ich dann für jede Druckröhre eine Curve, deren Abscissen die Entfernung der Electroden und deren Ordinaten die entsprechenden Capacitäten bezeichnen. Mit Hilfe dieser Curven liess sich dann später

bei den Widerstandsmessungen des kohlensauren Wassers für irgend eine abgelesene Entfernung direct die Capacität angeben. Letztere, durch den beobachteten Widerstand dividirt, ergibt die Leitungsfähigkeit.

Die Entfernung der Electroden brauchte natürlich nicht jedesmal gemessen zu werden, da die obere feststand; es wurde vielmehr immer nur die Einstellung des obersten Punktes der schwimmenden Electrode auf der Teilung der Röhre bestimmt. Durch Spiegelung des Auges am Quecksilber wurde die Parallaxe vermieden und war die Schätzung der Zehntel mm noch vollkommen sicher. In Tafel I sind die beiden Curven für die Capacitäten gezeichnet.

Schliesslich will ich, um einen Blick in den Gang der Beobachtungen und Rechnungen zu geben, ein Zahlenbeispiel durchführen:

Nach vollendeter Sättigung ergeben die Ablesungen am Manometer einen Druck der eingeschlossenen Luft = 13,711 Atmosphären. Mit Hilfe der bereits pag. 304 angeführten Reductionen ergibt sich als Druck, unter dem die Kohlensäure steht: 13,598 Atmosphären. Die Sättigung war erfolgt bei der corrigirten Temperatur 0°,80; aus den beiden letzten Zahlen berechnet sich ein Kohlensäuregehalt von 19,95 ccm in einem ccm Wasser. Die Widerstandsbestimmung ergab 7687 S. E. und die Ablesung an der Druckröhre eine Capacität 0,0000762; hieraus folgt die Leitungsfähigkeit $\lambda = 99,1$; die Temperatur des Bades der Druckröhre war vor der Widerstandsbestimmung 0°,80, nachher 0°,76; also die Temperatur während der Bestimmung 0°,78. Die Temperaturcoëfficienten waren durch die Vorversuche bereits mit genügender Genauigkeit ermittelt, um bei den geringen Intervallen die Reduction auf 0° (resp. 12°,5) vornehmen zu können. Die Zunahme der Leitungsfähigkeit beträgt bei obigem Gehalt 19,95 pro Grad 4,6, so dass sich die Leitungsfähigkeit bei 0° ergibt zu $\lambda_0 = 95,5$.

Bevor ich zur Angabe meiner Resultate gehe, habe ich noch einiger Vorsichtsmassregeln zu gedenken. Die Leitungsfähigkeit des reinen Wassers wird durch Aufnahme von auf anderem Wege nicht mehr bemerkbaren Quantitäten fremder Stoffe bedeutend erhöht: ich musste mich daher vergewissern, ob die beim kohlensauren Wasser beobachteten Leitungsfähigkeiten nur von der Kohlensäure herrühren, oder vielleicht von andern Ursachen. Dies wurde festgestellt, indem ich unter ganz den gleichen Versuchsbedingungen, wie beim kohlensauren Wasser, reines Wasser vornahm. Die Druckröhre wurde nur mit Quecksilber und Wasser gefüllt und die Leitungsfähigkeit bestimmt. Ich erhielt schliesslich ziemlich constant die Werte 5 bis 6, doch nur mit Anwendung der peinlichsten Sorgfalt und Reinlichkeit. Nachdem die Widerstandscapacitäten der Röhren bestimmt waren, mussten sie Tage lang mit dem ganz reinen Wasser stehen gelassen und von Zeit zu Zeit ausgespült werden, bis letzteres bei Untersuchung im Kohlrausch'schen Widerstandsgefäss Nr. 3 keine Erhöhung der Leitungsfähigkeit mehr zeigte. Dies dauerte wegen der Anwesenheit der platinirten Platinelectrode sehr lange. Die schwimmende Electrode konnte leicht durch Auskochen gereinigt werden.

Das zur Füllung dienende Quecksilber wurde nach sorgfältiger Reinigung öfters in feinen Strahlen durch das Wasser gesandt, fortwährend unter letzterem aufbewahrt und mit ihm zu wiederholten Malen heftig geschüttelt, um gewiss Alles, was es ans Wasser abgeben konnte, schon vor den Versuchen abzugeben. Ueberhaupt waren alle Körper, mit denen das Wasser beim Versuch in Berührung kam, schon lange vorher in das gleiche Wasser eingetaucht.

Auch das Glas wird bekanntlich schon bei gewöhnlicher Temperatur vom Wasser angegriffen, doch geht dieser Angriff viel zu langsam vor sich, als dass er sich während der Dauer eines Versuches geltend machen könnte. Es folgt ein

Beispiel über die Aenderung der Leitungsfähigkeit des reinen Wassers in einer der beiden Druckröhren mit der Zeit:

| | |
|---|---|
| Gleich nach der Füllung | 6,90, |
| nach 2 Stunden | 7,34, |
| nach 4 Stunden | 9,55, |
| am andern Morgen | 12,70, |
| am andern Abend | 15,0. |

War mit einer Röhre erreicht, dass in ihr die Leitungsfähigkeit des reinen Wassers um jenes Minimum 5 bis 6 schwankte, dann begannen die Messungen mit Kohlensäure, wobei natürlich genau dieselben Vorsichtsmassregeln innegehalten wurden.

Was die Dauer eines Versuches anlangt, so nahm ich anfangs höhere Wassersäulen, so dass ich mit derselben Füllung mehrere Sättigungsgrade untersuchen konnte, allein die Sättigung nimmt hiebei sehr lange Zeit in Anspruch. Schliesslich wandte ich jedoch kleine Wassermengen von ca. 7 mm Höhe an, so dass ich mit jeder Füllung nur eine Zahl ermittelte. Auf diese Weise wird man von den einer Füllung etwa anhaftenden Fehlern unabhängiger und wird ein und dasselbe Wasser nicht viel über eine Stunde benützt.

## Resultate.

In den nachfolgenden Tabellen sind die von mir erhaltenen Resultate zusammengestellt. Die Tabellen II und III enthalten die directen Beobachtungsresultate in der Nähe von $0^0$ und $12^0,5$. Die entscheidenden Reihen wurden nach zahlreichen vorbereitenden und orientirenden Versuchen in rascher Folge hinter einander gemacht. In den Tabellen bezeichnet

P den Atmosphärendruck und

T die Temperatur im Moment der Sättigung;

Q den hieraus berechneten Kohlensäuregehalt. Die Zahlen bedeuten die von 1 ccm Wasser aufgenommenen Volumina in ccm, auf $0^0$ und 1 Atmosphäre reducirt,

Tabelle II.

| P | T | Q | $T_1$ | λ | Widerstands-Gefäss |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,930 | 0 | 0,92 | 0 | 26,1 | Kohlr. Gef. Nr. 3 |
| 0,933 | 0 | 0,95 | 0 | 25,6 | „ |
| 0,930 | 0 | 1,00 | 0 | 27,8 | „ |
| 0,930 | 0 | 1,67 | 0 | 32,4 | „ |
| 0,930 | 0 | 1,67 | 0 | 32,0 | „ |
| 0,933 | 0 | 1,68 | 0 | 32,3 | „ |
| 3,062 | 0,95 | 5,10 | 0,95 | 52,8 | Druckröhre I |
| 3,436 | 0,95 | 5,82 | 0,98 | 54,8 | „ |
| 4,336 | 0,90 | 7,30 | 0,93 | 60,5 | „ |
| 4,858 | 0,90 | 8,17 | 0,90 | 62,6 | „ |
| 5,662 | 0,95 | 9,46 | 0,91 | 69,4 | „ |
| 6,374 | 0,95 | 10,55 | 0,94 | 72,9 | „ |
| 7,759 | 0,90 | 12,55 | 0,92 | 77,9 | „ |
| 7,988 | 1,00 | 12,85 | 0,98 | 79,0 | Druckröhre II |
| 8,398 | 0,85 | 13,44 | 0,80 | 79,3 | Druckröhre I |
| 8,888 | 0,90 | 14,09 | 0,89 | 83,8 | „ |
| 9,414 | 1,05 | 14,76 | 1,08 | 85,1 | Druckröhre II |
| 10,243 | 0,85 | 15,93 | 0,84 | 92,2 | „ |
| 10,241 | 0,75 | 15,98 | 0,71 | 89,3 | „ |
| 10,713 | 0,85 | 16,53 | 0,81 | 94,6 | „ |
| 11,871 | 0,80 | 17,95 | 0,78 | 96,1 | „ |
| 12,152 | 0,85 | 18,29 | 0,81 | 96,2 | „ |
| 13,516 | 0,85 | 19,87 | 0,89 | 104,8 | „ |
| 13,598 | 0,80 | 19,95 | 0,78 | 99,1 | „ |
| 16,895 | 0,80 | 23,34 | 0,85 | 110,7 | „ |

Tabelle III.

| P | T | Q | $T_1$ | λ | Widerstands-Gefäss |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,930 | 14,99 | 0,92 | 14,99 | 39,3 | Kohlr. Gef. Nr. 3 |
| 0,933 | 13,88 | 0,95 | 13,88 | 39,0 | " |
| 0,930 | 12,35 | 1,00 | 12,35 | 39,3 | " |
| 0,930 | 14,20 | 1,67 | 14,20 | 49,3 | " |
| 0,930 | 11,58 | 1,67 | 11,58 | 44,8 | " |
| 0,933 | 13,65 | 1,68 | 13,65 | 48,0 | " |
| 3,329 | 12,84 | 3,40 | 12,82 | 64,8 | Druckröhre I |
| 4,054 | 12,58 | 4,15 | 12,62 | 73,3 | " |
| 4,297 | 12,78 | 4,34 | 12,78 | 77,6 | " |
| 6,254 | 12,47 | 6,35 | 12,47 | 92,7 | " |
| 6,866 | 12,60 | 6,73 | 12,59 | 96,4 | " |
| 7,371 | 12,26 | 7,33 | 12,28 | 97,0 | " |
| 7,739 | 12,38 | 7,64 | 12,35 | 102,8 | " |
| 8,855 | 12,76 | 8,44 | 12,76 | 103,2 | " |
| 9,484 | 12,68 | 9,09 | 12,71 | 110,2 | " |
| 10,219 | 12,49 | 9,79 | 12,52 | 115,4 | " |
| 10,849 | 12,29 | 10,38 | 12,33 | 114,3 | " |
| 11,048 | 12,50 | 10,46 | 12,54 | 121,5 | " |
| 14,632 | 12,38 | 13,36 | 12,38 | 128,9 | Druckröhre II |
| 15,389 | 12,43 | 13,89 | 12,41 | 133,8 | " |
| 15,758 | 12,29 | 14,25 | 12,29 | 135,4 | " |
| 17,593 | 12,97 | 15,06 | 12,95 | 140,2 | " |
| 17,290 | 12,48 | 15,17 | 12,48 | 136,5 | " |
| 17,816 | 12,28 | 15,70 | 12,28 | 136,6 | " |
| 18,502 | 12,87 | 15,72 | 12,88 | 140,8 | " |
| 20,801 | 12,24 | 17,75 | 12,23 | 143,5 | " |
| 23,200 | 12,10 | 19,45 | 12,14 | 152,5 | " |
| 25,259 | 12,94 | 20,03 | 12,91 | 158,1 | " |

Tabelle IV.

| Q | $\lambda_0$ | Q | $\lambda_0$ |
|---|---|---|---|
| 0,92 | 26,1 | 12,85 | 74,9 |
| 0,95 | 25,6 | 13,44 | 75,9 |
| 1,00 | 27,8 | 14,09 | 80,0 |
| 1,67 | 32,4 | 14,76 | 80,3 |
| 1,67 | 32,0 | 15,93 | 88,4 |
| 1,68 | 32,3 | 15,98 | 86,1 |
| 5,10 | 50,4 | 16,53 | 91,0 |
| 5,82 | 52,2 | 17,95 | 92,5 |
| 7,30 | 57,6 | 18,29 | 92,5 |
| 8,17 | 59,6 | 19,87 | 100,7 |
| 9,46 | 66,1 | 19,95 | 95,5 |
| 10,55 | 69,2 | 23,34 | 106,8 |
| 12,55 | 74,0 | | |

Tabelle V.

| Q | $\lambda_{12,5}$ | Q | $\lambda_{12,5}$ |
|---|---|---|---|
| 0,92 | 36,6 | 9,09 | 109,4 |
| 0,95 | 37,5 | 9,79 | 115,3 |
| 1,00 | 39,5 | 10,38 | 115,0 |
| 1,67 | 46,9 | 10,46 | 121,3 |
| 1,67 | 46,1 | 13,36 | 129,4 |
| 1,68 | 46,4 | 13,89 | 134,2 |
| 3,40 | 64,2 | 14,25 | 136,3 |
| 4,15 | 73,0 | 15,06 | 138,2 |
| 4,34 | 77,0 | 15,17 | 136,6 |
| 6,35 | 92,8 | 15,70 | 137,6 |
| 6,73 | 96,1 | 15,72 | 139,1 |
| 7,33 | 97,7 | 17,75 | 144,7 |
| 7,64 | 103,3 | 19,45 | 154,2 |
| 8,44 | 102,3 | 20,03 | 156,2 |

$T_1$ die Temperatur während der Widerstandsmessung (Mittel aus den Temperaturen vor und nach der Bestimmung),

$\lambda$ die electrische Leitungsfähigkeit bei dieser Temperatur.

Die letzte Columne enthält die Angabe des Widerstandsgefässes, in welchem die betreffende Bestimmung vorgenommen wurde.

Aus diesen beiden Zahlenreihen wurden dann die Leitungsfähigkeiten für genau 0° und 12°,5 berechnet. Die Reduction wurde mit Hilfe der schon durch Vorversuche hinlänglich genau bekannten Temperaturcoëfficienten vorgenommen. Die erhaltenen Zahlenwerte sind in den Tabellen IV und V zusammengestellt. Q bezeichnet wieder den Kohlensäuregehalt, $\lambda$ die Leitungsfähigkeit der Lösung. Auf Grund der Tabellen sind dann die beiden Curven auf Tafel II entworfen, welche für 0° und 12°,5 die Leitungsfähigkeit der Lösungen als Function des Kohlensäuregehaltes darstellen. Die Abscissen sind die von 1 ccm Wasser absorbirten ccm Kohlensäure, wenn die Volumina auf 0° und 1 Atmosphäre reducirt sind. Die eingeklammerten Zahlen bedeuten den Kohlensäuregehalt in Gewichtsprocenten der Lösung.

Aus den beiden Curven für 0° und 12°,5 wurde dann die Curve für 18° berechnet und ebenfalls auf Tafel II dargestellt, nur aus dem Grund, um einen directen Vergleich mit den später zu erwähnenden Kohlrausch'schen Leitungsfähigkeiten zu ermöglichen, die sich alle auf 18° beziehen. Die Reduction auf 18° wurde unter der Voraussetzung von Proportionalität zwischen Zunahme des Leitungsvermögens und der Temperatur zwischen 0° und 18° ausgeführt, welche Voraussetzung mit der erforderlichen Genauigkeit zutrifft. (S. auch Tabelle VII.) Auch eine Umrechnung der Gehalte an Kohlensäure auf Molekülzahlen in der Volumeinheit[1]) hätte ich auf Grund einer mit meiner Arbeit gleichzeitigen

1) Wied. Ann. 6. 1879. p. 14.

Untersuchung des Herrn Blümcke, der in unserm Laboratorium das specifische Gewicht des kohlensauren Wassers bis zu Gehalten von ca. 35 Volumen Kohlensäure feststellte, durchführen können; allein der Character obiger Curven ändert sich dadurch nicht merklich und ich unterliess deshalb diese Transformation.

Die in der folgenden Tabelle VI berechneten Temperaturcoëfficienten haben eine etwas andere Bedeutung als in den öfter citirten Kohlrausch'schen Arbeiten, sie bezeichnen nämlich die Zunahme des Leitungsvermögens zwischen 0° und 12°,5 in Teilen des Leitungsvermögens bei 18°. Doch werden sich die der Kohlrausch'schen Definition entsprechenden Temperaturcoëfficienten wenig von obigen unterscheiden.

Tabelle VI.

| Gehalt an $CO_2$ | Temp.-Coëff. |
|---|---|
| 0,5 | 0,0197 |
| 1 | 207 |
| 2 | 227 |
| 4 | 256 |
| 6 | 276 |
| 8 | 285 |
| 10 | 283 |
| 14 | 274 |
| 18 | 259 |
| 22 | 246 |

Auf Tafel II ist der Verlauf des Temperaturcoëfficienten graphisch dargestellt. Die Curve wendet ihre concave Seite der Abscissenaxe zu, zeigt eine sehr starke Krümmung und bei ziemlicher Verdünnung ein Maximum.

Zum Schluss möchte ich noch motiviren, weshalb ich nur bis zum Gehalt von ca. 24 Volumen Kohlensäure gelangt bin, während Wasser bei 0° in der Nähe des Lique-

factionsdruckes der Kohlensäure mehr als 30 Volumina der letztern zu absorbiren vermag. Der Grund liegt darin, dass sich meiner Absicht, bis zum Liquefactionsdruck vorzugehen, ein unvorhergesehenes Hindernis in den Weg stellte. Das von v. Wroblewsky[1]) bereits näher untersuchte Hydrat der Kohlensäure: $CO_2 + 8H_2O$ ist ein fester Körper, der sich nach von Wroblewsky's Angaben unter einem Druck von 25 bis 30 Atmosphären bei plötzlicher Expansion bildet. Allein die obere, platinirte Platinelectrode ist dem Entstehen des Hydrates so günstig, dass ich mich meist schon bei 20 Atmosphären und ohne dass am Manometer eine Expansion beobachtet werden konnte, nicht mehr von demselben befreien konnte. Sobald die obere Electrode ins Wasser tauchte, überzog sie sich mit einer Schicht des festen Hydrats und damit war eine Widerstandsbestimmung unmöglich. Offenbar rühren diese Erscheinungen von der verdichtenden Wirkung des fein verteilten Platinmoors auf die Kohlensäure her.

Wiewohl ich im Besitz von Zahlen bin, die sich auf beträchtlich höhere Gehalte, als die angegebenen, beziehen, habe ich mich doch auf die in den Tabellen angegebenen Zahlen beschränkt, da den ersteren in Folge der eben beschriebenen Missstände einige Unsicherheit anhängt. Doch darf ich aus ihnen wohl mit ziemlicher Sicherheit den Schluss ziehen, dass der Character der Curve bis zum Liquefactionsdruck keine wesentliche Aenderung erfährt, und insbesondere, dass kein Maximum mehr einzutreten scheint.

Sollte es mir gelingen, durch eine Abänderung meiner Methode die obigen Missstände zu beseitigen, so werde ich die letzterwähnten Verhältnisse noch einer genaueren Untersuchung unterwerfen.

1) Wied. Ann. 17. 1882. p. 103. ff.

**Schlussfolgerungen.**

1. Aus obigen Zahlen ist zunächst ersichtlich, dass die Lösung von Kohlensäure in Wasser zu den schlechstleitenden Electrolyten gehört, die bis jetzt bekannt sind. Die einzigen über diesen Gegenstand vorliegenden Angaben sind zwei kurze Notizen in Kohlrausch's Abhandlungen.[1]) Herr Professor Kohlrausch hatte die Güte, mir mitzuteilen, dass er beim blossen Ueberleiten von Kohlensäure über sein ganz reines Wasser die Leitungsfähigkeit 20 fand, was mit meinen Zahlen in gutem Einklang steht. Um von den Grössenverhältnissen einen Begriff zu geben, will ich bemerken, dass die höchsten von mir beobachteten Leitungsfähigkeiten etwas über 150 gehen, während unser Brunnenwasser ein Leitungsvermögen von ca. 400 besitzt.

2. Was die chemische Constitution des kohlensauren Wassers anlangt, so hat man dasselbe häufig als eine Lösung der hypothetischen Kohlensäure $H_2CO_3$ in Wasser angesehen, wohl veranlasst durch manche, dasselbe als Säure characterisirende Eigenschaften (es röthet z. B. Lakmuspapier). Aus meinen Zahlen darf jedoch mit Sicherheit geschlossen werden, dass diese Anschauung unrichtig ist. Denn nach dem Satz von der unabhängigen Wanderung der Jonen[2]) lässt sich der untere Grenzwert, dem sich die Leitungsfähigkeit nach obiger Annahme mit wachsender Verdünnung nähern müsste, approximativ aus der molekularen Leitungsfähigkeit der einzelnen Componenten berechnen. Für letztere stellt Kohlrausch folgende Zahlen auf:

$$\tfrac{1}{2}(H_2):\quad u \cdot 10^{10} = 166000$$
$$\tfrac{1}{2}(CO_3):\quad v \cdot 10^{10} = 36000.^{3)}$$

1) Pogg. Ann. Ergbd. VIII. 1876. p. 10 u. 11. Wied. Ann. 6. 1879. p. 191.

2) Wied. Ann. 6. 1879. p. 168.

3) Wied. Ann. 6. 1879. p. 177.

Hieraus ergibt sich durch Addition die molekulare Leitungsfähigkeit von:

$$\frac{1}{2}(H_2CO_3): \quad \lambda \cdot 10^{10} = 202000,$$

also ein Wert, der meine höchsten Leitungsvermögen um mehr als das 1000fache übertrifft.

3. Eine Aenderung des Leitungsvermögens des kohlensauren Wassers durch Druckänderung konnte nicht festgestellt werden. Falls eine solche existirt, fällt sie innerhalb meiner Versuchsfehler. Dies Resultat liefert einen Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob die Kohlensäure in Lösung als gasförmig oder flüssig anzusehen ist. Wenn man erwägt, wie sehr fast alle physikalischen Eigenschaften der Gase vom Druck abhängig sind, so wird obige Thatsache einen neuen Beleg für die schon öfter aufgestellte Behauptung bilden, dass die Kohlensäure in Lösung flüssig ist.

4. Als kritische Temperatur der Kohlensäure wird 30°,9 angegeben. Ueber dieser Temperatur soll Kohlensäure nur in gasförmigem Zustand möglich sein, also müsste, wenn wir das kohlensaure Wasser unter der kritischen Temperatur als blosse Mischung von flüssiger Kohlensäure mit Wasser ansehen, beim Durchgang durch die kritische Temperatur die sich in Gas verwandelnde Kohlensäure austreten, oder falls sie sich auch als solches noch in Wasser löst, müsste wenigstens in diesem Moment im Verlaufe des Leitungsvermögens irgend eine Unregelmässigkeit sich zeigen.

Durch verschiedene Versuche überzeugte ich mich, dass weit über der kritischen Temperatur noch Kohlensäure in Wasser gelöst wird. Zu diesem Zweck wurde das mit Wasser gefüllte Kohlrausch'sche Widerstandsgefäss Nr. 3 in ein Wasserbad gesetzt, auf eine bestimmte Temperatur gebracht, bei dieser Temperatur durch Einleiten von Kohlensäure mit letzterer gesättigt, was am Constantwerden des galvanischen Widerstandes sichtbar war. Dann wurde mit fallender Temperatur die Leitungsfähigkeit von Zeit zu Zeit bestimmt.

Zuvor hatte ich mich durch eine Reihe von Versuchen überzeugt, dass Wasser, auf eine noch höhere als obige Sättigungstemperatur gebracht und ohne Kohlensäureaufnahme wieder abgekühlt, ihre ursprüngliche Leitungsfähigkeit wieder annahm, so dass also durch die Erwärmung keine fremden Stoffe aus den Platinelectroden ins Wasser übergegangen waren, oder Glassubstanz sich aufgelöst hatte.

In folgender Tabelle ist eine solche Versuchsreihe angegeben:

Tabelle VII.

Wasser, bei 39°,3 mit $CO_2$ gesättigt.

| T | λ beobachtet | λ berechnet |
|---|---|---|
| 34,9 | 40,2 | 39,7 |
| 28,8 | 35,3 | 34,3 |
| 22,4 | 30,9 | 30,4 |
| 17,2 | 26,9 | 26,9 |
| 11,6 | 23,1 | 23,2 |
| 0 | 15,4 | 15,4 |

Hier ist T die Temperatur, λ die Leitungsfähigkeit. In der 3. Reihe sind die Leitungsfähigkeiten berechnet unter der Voraussetzung von Proportionalität zwischen dem Zuwachs der Leitungsfähigkeit und Temperatur. Sie ist hier nur angefügt, weil ich mich auf pag. 317 darauf bezog. Bei Temperaturen von 0° bis 18° ist die Proportionalität vollständig.

Durch den kritischen Punkt geht die Leitungsfähigkeit ohne eine auffallende Erscheinung hindurch. Hieraus darf wohl der Schluss gezogen werden, dass man das kohlensaure Wasser nicht als eine Mischung von flüssiger Kohlensäure und Wasser, sondern als eine chemische Verbindung anzusehen habe.

Obiger bei 39°,3 gesättigten Lösung entspricht, wenn man nach den Curven auf Tafel II aus der Leitungsfähigkeit

15,4 bei 0° auf den Kohlensäuregehalt rückwärts schliesst, ein Gehalt von etwa 0,2 ccm Kohlensäure pro ccm Wasser.

5. Der Verlauf der Leitungsfähigkeit weitaus des grössten Teils der bis jetzt untersuchten Electrolyte ist vom reinen Wasser an gerechnet bis zu Procentgehalten, die den höchsten bei mir vorkommenden entsprechen, eine fast lineare Function des letzteren. Für eine Gruppe von Säuren hat Kohlrausch[1]) bereits auf ihr in dieser Hinsicht abweichendes Verhalten hingewiesen. Es zeigen nämlich Oxal-, Wein- und Essigsäure eine auffallende Krümmung in den Curven ihrer Leitungsfähigkeit bereits bei sehr starken Verdünnungen und Kohlrausch spricht an citirter Stelle die Vermutung aus, dass dieser Umstand mit dem Kohlenstoffgehalt obiger Säuren in Verbindung stehe. Der Verlauf der Curven für kohlensaures Wasser bietet ganz die gleichen Erscheinungen dar: das rapide, fast senkrechte Ansteigen bei den grössten Verdünnungen und die aussergewöhnliche Concavität der Curven nach unten.

Auch das anfängliche Ansteigen der Temperaturcoëfficienten ist allen diesen Lösungen gemeinschaftlich.

In dieser Uebereinstimmung liegt also eine Bestätigung obiger Vermutung. (Allerdings zeigt auch wässerige Ammoniaklösung einen analogen Verlauf.)

6. Ein Maximum des Leitungsvermögens vor dem Condensationsdruck der Kohlensäure scheint bei 0° für kohlensaures Wasser nicht einzutreten und sonach überhaupt nicht zu existiren, da nach Verflüssigung der Kohlensäure eine weitere Absorption durch das kohlensaure Wasser nicht mehr stattfindet.

7. Die obigen Punkte möchte ich zum Schlusse in den Satz zusammenfassen: Die Lösung von Kohlensäure in Wasser ist, soweit die Erscheinungen der electrischen Leitungsfähig-

1) Pogg. Ann. 159. 1876. p. 263.

keit einen Schluss zulassen, eine chemische Verbindung von ähnlicher Constitution wie die kohlenstoffhaltigen Körper Oxalsäure, Weinsäure und Essigsäure.

Auf allgemeinere Schlussfolgerungen mich weiter einzulassen, halte ich zum mindesten für verfrüht, da das auf dem einschlägigen Gebiet bis jetzt vorliegende Material noch zu dürftig ist und weitere experimentelle Untersuchungen abzuwarten sind.

Zum Schlusse fühle ich mich verpflichtet, dem Chef unseres Laboratoriums, Herrn Professor Dr. von Beetz, für die Liberalität, mit der er das Zustandekommen dieser Arbeit ermöglichte, meinen besten Dank auszusprechen.

Herr Hessler theilt eine Studie mit:

„Ueber Entwickelung und System der Natur nach *Gangādhara*, dem Scholiasten des *Tscharaka*.“

Zum besseren Verständnisse des *Tscharaka* und seines Scholiasten *Gangādhara*, namentlich für Aerzte und Naturforscher, ist es unerlässlich, die originelle Naturlehre, auf welcher der theoretische Theil dieses Werkes (Calcuttaer Ausgabe) aufgebaut ist, etwas näher zu beleuchten. Dabei behalte ich, wie *Gangādhara*, die orthodoxe Brahmanische Lehre im Auge, ohne mich auf die davon abweichenden Systeme der Bauddhen, Dschainen, Nastiker u. s. w. einzulassen.

Nach *Gangādhara* existirt eine Ursubstanz (Pradhāna)[1]), welche die Welt im Innersten zusammenhält, als die Grundlage des Universums, in welcher der Inhalt alles Realen und Idealen von Ewigkeit her vorliegt, die aber keines Beweises fähig, noch auch bedürftig ist. Also auch hier wird das Wunder an die Spitze der Naturforschung eingesetzt; aber als Triebkraft der ganzen Natur, als das Brahma (nach Haug) aufgefasst, entäussert sich diese Ursubstanz

1) Die Sanskritwörter werden hier nach lateinischen Lauten umgeschrieben. Die Cerebralen werden von den Dentalen durch ein Zeichen (′) unterschieden; die Nasalen verstehen sich von selbst vor ihren Consonanten.

ihres gespensterhaften Wesens. Diese Triebkraft der gesammten Natur ist weder einseitig materieller, noch einseitig geistiger Natur, denn sie ist materiell-geistig, und geistig-materiell zugleich in wechselseitiger Durchdringung, — sie ist höchster Geist (Paramātman) und feinster Leib (śūkschmaśarīra) zugleich, noch nicht zur Erscheinung gelangter Urstoff (avyakta). Sie ist seiend und nicht seiend (sadasat); nämlich vor der Entwickelung der Dinge war sie real nicht seiend, wenigstens nicht sinnlich wahrnehmbar; nachher aber wurde sie durch das Heraustreten in die Erscheinungswelt, nämlich durch das Peripherischsetzen ihrer Ichheit (ahankāra) seiend (prak sargād yad āsīt tat sad evāsat). — Diese Ursubstanz wird auch als aus sich selbst absolute bezeichnet (svayambhū); auch als ursachlose (ahetu) Grundursache alles Bestehenden im Realen und Idealen — (kāraṅamakāraṅam). Der Ursprung des Materiellen aus der Ursubstanz wird begriffen durch die Umänderung (vikāra). Hiebei muss man immer festhalten, dass die Materie ursprünglich nicht geistlos, so wie der Geist nicht stofflos zu fassen ist. Aus dem übersinnlichen Leibe entfalten sich bei der weiteren Herausbildung die übersinnlichen Urelemente (sūkschmabhūta), nämlich die fünf Naturprinzipien (tanmātrāṅi), die Atome, in sich noch unentschiedene Elemente, aus welchen dann erst später durch weitere Umbildung und allmälige Verdichtung die schon unterschiedenen, gröberen, fünf Naturelemente (mahābhūtāni) sich erschliessen, nämlich der Aether, die Luft, das Feuer (Licht), Wasser und die Erde. Diese grossen Wesen sind an sich noch keine Stoffe, sondern werden es erst durch wechselseitige Verbindungen. — Im weiteren Fortgange der Weltentfaltung entstanden und entstehen fortwährend aus den fünf Elementen alle sichtbaren Dinge. Dies geschieht durch fortgesetzte Vereinigung und Trennung (punah sanyogavibhāga). So bilden sich die Stoffe (dravya) durch stufenweise Vereinigung und Verdichtung vom Aether bis zur Erde.

Der Aether als oberstes, das ganze Universum durchdringendes Element, steht stille; die Luft bewegt sich nach allen Richtungen hin; das Feuer (Licht) lodert aufwärts; das Wasser bewegt sich abwärts; die Erde hält die vorausgehenden Elemente eine Zeit lang verdichtet in sich. — Die aus den Naturelementen sich bildenden Stoffe sind dann unvergänglich, aber ihre Qualitäten (guńa), d. h. ihre Zusammensetzungen, sind veränderlich, eben wegen ihrer beständigen Vereinigung und Wiedertrennung (na tu yatra dravyam nityam, tatra samavāyo nityah). — In Beziehung auf die animalischen Wesen entwickelt sich aus den fünf Elementen der thierische Körper (śarīra) und die thierische oder eingeleibte Seele (śarīrin). Schon mit beginnendem Embryo entwickeln sich die fünf Sinnesorgane (indriyāńi), nämlich das Organ des Hörens, Befühlens, Sehens, Riechens und Geschmackes. Jedes dieser Sinnesorgane steht mit einem Elemente in nächster Beziehung; so das Gehör zum Aether, das Gefühl zur Luft, das Gesicht zum Licht, der Geschmack zum Wasser, der Geruch zur Erde. Die körperlichen Sinneswerkzeuge, der innere Sinn (manas), das Ohr und die übrigen äusseren Sinneswerkzeuge sind erst durch Elemente-Zusammensetzungen zu bewirkende Organe (kāryadravyāńi). Nur durch diese Organe ist Wahrnehmung möglich; ohne sie giebt es keine Erkenntniss (sendriyaś tschetano, nirindriyo atschetana). — Die Sinnesobjecte (arthāh) sind der Laut, das Gefühl, die Gestalt, der Geschmack und der Geruch. — Nachdem sich die Sinnesorgane herausgebildet haben, werden die zwanzig körperlichen Qualitäten (vinśati śarīraguńāh) äusserlich wahrnehmbar, als schwer, leicht, kalt, warm, sanft, rauh, träge, stechend, fest, fliessend, weich, hart, leuchtend, zähe, scharf, mild, dicht, fein, dick, laufend. (S. 97). — Alle diese Qualitäten entwickeln sich allmälig durch die Z e i t, welcher hiebei eine Aktivität zugesprochen wird; denn auf das Zeitrad gestellt ist die ganze Welt (kālatschakrasthitam hi sarr-

vam dschagat). Nur die sinnliche Wahrnehmung, nicht aber auch das innere Wesen dieser zwanzig Qualitäten, ist von den Lehrern erörtert worden, weil dieses ganz unwahrnehmbar und den Sinnen entrückt ist (S. 97). Erst wenn die fünf Elemente (in ihrer chemischen Verbindung) die Grundstoffe hervorgebracht haben, vermitteln diese den äusseren Sinnen die zwanzig bezeichneten Qualitäten (punah pantschabhūtātmakadravyeschu gurvvādayo guńā abhivyadschyante). — Sehr eingehend werden die Qualitäten, Wirkungen und Gestalten der Dinge von *Gangādhara* besprochen. Es werden nämlich alle Naturkörper in dreifacher Hinsicht erörtert, nämlich nach ihrer chemischen Eigenschaft und Zusammensetzung, nach ihrer physikalischen Wirkung, und nach ihrer morphologischen Gestaltung (dravyaguńakarmarūpa). Die Dinge können nur so lange existiren, als ihre chemischen Verbindungen währen, denn aus der Auflösung ihrer Verbindungen entsteht der Zerfall der Qualitäten, Wirkungen und Formen der Dinge (samavāyābhāvād dravyaguńakarmarūpāńām nāśah). Sind aber Wesen durch die Elemente und ihre chemischen Qualitäten (guńa) hervorgegangen, dann bleiben solche nicht, so lange ihre chemischen Bestandtheile währen, auf der entwickelten Stufe stehen, sondern bilden sich allmälig in Form und Wesen um, entwickeln sich durch die ewig sich bewegende Zeit immer zu höheren Daseinformen (S. 80). Da aber die Zeit ohne Anfang, Mitte und Ende ist (kālaśtscha nādimadhyanidhano), so werden auch die Wesengruppen in ihrer Weiterentwickelung durch Umbildung (parińāma) ewig fortschreiten. Weil nämlich ein Körper durch die Umbildung (vikāra) der fünf Elemente entstanden ist (S. 65), wird er durch die chemischen Verbindungen und Lösungen derselben hindurch, durch Stoffverlust, Stoffwechsel und Stoffzusatz sich ewig umbilden und umändern. — Die Umbildung der Qualitäten ist zweifach, erworben und vererbt, wodurch, wie bei Darwin, die

beständige Abänderung und Umbildung der organischen Wesen entsteht (S. 246). — In der Thätigkeit der gesammten Natur (prakriti), wo die chemischen Verbindungen der Elemente (guńa) und ihre Wirkungen sich vereinigen (S. 176), da entstehen also die Stoffe (dravya). Hier wird der durch dieses ganze System hindurch laufende Faden ausgesponnen: „Alles was wird, das ist Stoff (sarvam yad bhavati tad dravyam); was nicht ist, das ist stofflos (yannāsti tad avastu).“ — Der Monismus ist im ganzen *Tscharaka* und seinem Erklärer *Gangādhara* vorherrschend. „Die Natur ist nur eine Einheit; dabei ist sie unbewusst und wirkt so in drei Weltqualitäten (ekā prakritir atschetanā triguńā).“ Sie wirkt, wie weiter erörtert wird, mechanisch-dynamisch. Die drei Weltqualitäten, von denen hier so vielfach gesprochen wird, sind: die entwickelte Vollkommenheit (satva), die darauf folgende Trübung (radschas), dann die Verfinsterung (tamas), nach welch' letzterer die Weltauflösung (pralaya) erfolgt, und die Dinge sich in das Nichts (nirvāńa), oder vielmehr in die Ursubstanz (pradhāna) auflösen, um von da aus sich wieder auf's Neue herauszuentwickeln, und so den Kreislauf der Welt durch Herausbildung (pravritti) aus der Ursubstanz (pradhāna) und Rückkehr in dieselbe (nivritti) auf ewige Zeiten fortzusetzen. —

Am ausführlichsten werden von *Gangādhara* die fünf Elemente, als die zweite Herausbildung aus der Ursubstanz, nach den vorausgehenden übersinnlichen Elementen (tanmātrāńi) behandelt. In der schon angeführten Reihenfolge derselben hat immer das nachfolgende die Qualitäten der vorausgehenden (S. 79). So ist der Aether in den vier übrigen Elementen enthalten; die Luft hat auch die Qualität des Aethers; das Feuer (Licht) auch die der Luft und des Aethers; das Wasser auch die des Feuers, der Luft und des Aethers; die Erde auch die des Wassers, des Feuers, der Luft und des Aethers. —

Am Schlusse der Lehre von den Elementen (mahābhūtāni), der Stoffbildung (dravya) und der Qualitäten (guńa) der Stoffe wird noch nachdrücklich bemerkt, dass das Wesen der zwanzig Stoffsqualitäten in den Urelementen (tanmātrāńi) sowohl, als in den daraus entwickelten fünf äusseren Elementen, gänzlich unwahrnehmbar ist, und dass erst durch allmälige Verdichtung der Elemente zu Stoffen die Wahrnehmbarkeit derselben erzeugt wird. —

Von S. 102 ab wird tief eingehend von den Wirkungen (karma) der Stoffe gesprochen: „Die Erdstoffe sind Ansammlung, Zusammensetzung, Schwere und Dichtheit bewirkend. Die Wasserstoffe sind Feuchtigkeit, Milde, Verbindungslösung, Erweichung, Erschlaffung bewirkend. Die Feuerstoffe sind Hitze, Kochung (Reife), Glanz, Erleuchtung und Farben bewirkend. Die Luftstoffe sind Rauhheit, Erschlaffung, Klarheit und Leichtigkeit bewirkend. Die Aetherstoffe sind Milde, Trockenheit und Leichtigkeit bewirkend." — Je nachdem aber bei der Verbindung eines Elementes mit anderen der Character des einen über den der anderen prädominirt, wird auch sein eigenthümlicher Charakter bei der Stoffbildung vorherrschend. So kann man dann von ätherischen, luft-, feuer-, wasser- und erdhaltigen Körpern (dravya) sprechen. Wenn deren Gestaltung eine Art (dschätis) bildet, dann ist diese nicht beständig wegen des ewigen Stoffwechsels, — auf dem eben die fortschreitende Umbildung aller Wesen beruht (S. 118). —

Uebrigens besteht die Hauptwirkung der Elemente bei der Stoffbildung in ihrer allmäligen Verdichtung vom Aether an bis zur Erde: „So entstehen eben auch aus der Verdichtung des Aethers und der übrigen Elemente nach und nach immer weiter auch deren Wirkungen, nämlich des Lautes, des Gefühles, der Gestalt, des Geschmackes und des Geruches (S. 96)." —

Ueberhaupt gibt es nichts, was als eigenthümliche

Lebenskraft angesehen werden könnte, denn das Leben ist nichts anderes, als immer fortschreitende Verbindung (der Stoffe und Elemente) in der Zeiten Umlauf (S. 45). Herausbildung aus der Ursubstanz, und Rückbildung in dieselbe geschieht ununterbrochen. Herausbildung aus derselben ist Thätigkeit; Rückbildung in dieselbe ist Unthätigkeit. Also zweifach ist die Wirkung in der Welt, Aktivität und Passivität (S. 113), und hierin besteht das Leben. Aus dem Mangel an Vereinigung entsteht die Vernichtung sowohl der Qualitäten, als auch der Wirkungen der Stoffe (S. 54). So tritt der Tod als Gegensatz des Lebens ein (S. 49). —

Am Schlusse der Lehre von den Wirkungen der Elemente und der daraus gebildeten Stoffe wird der Grundsatz aufgestellt: „Ursache ist beginnende Wirkung (kāraṅam käryam ārabhamāṅam S. 170), und die Wirkung ist Nachgestaltung der Ursache (kāraṅānurūpam karyam (S. 251).“ —

In jener frühen Zeit wurden die Naturkörper schon in drei Reiche eingefügt, nämlich in das Thierreich, Pflanzenreich und Mineralreich (trividham dravyam utschyate S. 337); es ist dreifach zu erkennen, als ein animalisches, vegetabiles und mineralisches (trividham dschneyam dschangamaudbhidapārthivam) nach *Tscharaka* (S. 342). Aber dieser dreifachen Abstammung der Naturkörper wird nur in Beziehung auf die Arzneimittellehre gedacht; wie überhaupt dieser ganze theoretische Theil des vorliegenden Werkes mit der Heilwissenschaft in Verbindung gebracht ist, und vom ausübenden Arzte eine gründliche Kenntniss der Naturwissenschaften verlangt wird. —

Dieses ganze Natursystem, wie es von *Tscharaka* und vorzüglich von *Gangādhara* entworfen ist, lässt sich in aller Kürze also fassen: Aus der Ursubstanz (pradhāna) bilden sich allmälig heraus die übersinnlichen Elemente (tanmātra); aus diesen durch stufenweise Verdichtung die fünf sinnlich wahrnehmbaren Elemente (mahābhūta); aus diesen die Stoffe

(dravya); aus diesen die zwanzig physischen Qualitäten (guńa); aus diesen die Wirkungen (karma); und endlich aus diesen die Gestaltungen (rūpa). —

Dies wäre also die reale Herausbildung der materiellen Welt aus der angenommenen Ursubstanz; die ideale, oder geistige Herausbildung ist nicht Gegenstand vorliegender Untersuchung; doch kann in letzterer Beziehung schliesslich noch so viel constatirt werden, dass alles Ideale hier eine materielle Grundlage hat, weil auch aus dem überfeinen Leibe (sūkschmaśarīra) der Ursubstanz alles Geistige sich entwickelt, und so der *Monismus* der Welt ausser Zweifel gesetzt ist; denn auch „alles Geistige entwickelt sich im Körper" (tschetanādayah śarīre utpadyante S. 262). —

Das ganze Natursystem des *Gangādhara* gipfelt in dem Satze: „Die Ursubstanz (pradhāna) ist Stoff (dravya); der Stoff ist beständig, aber seine Qualitäten sind veränderlich" (S. 322). —

Ueber das Zeitalter unseres Scholiasten gibt es keine nähere Bestimmung; da aber die Schreibart desselben noch eine ziemlich einfache ist, so wird wohl auch hier ein verhältnissmässig hohes Alter angenommen werden dürfen. —

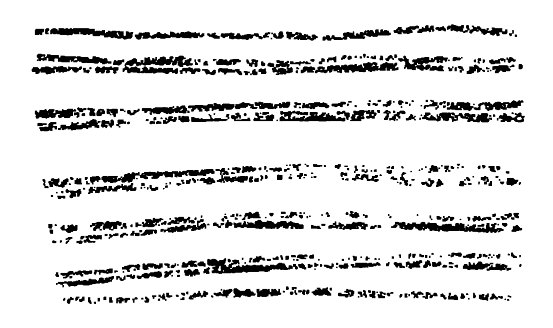


Fig: A.

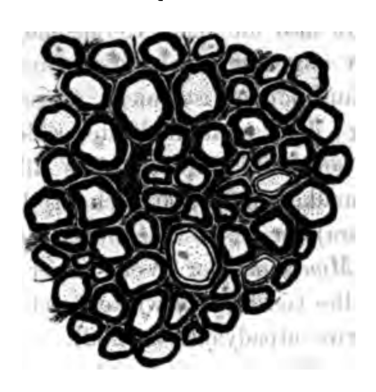
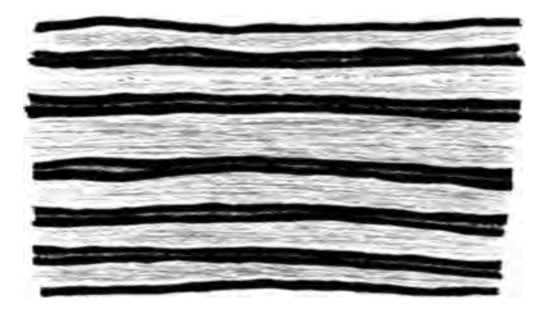


Fig: B.





Lith. Anst. v. Joh. Bef

Herr C. Kupffer legte folgende Abhandlung vor:

„Ueber die Bildungsweise der Ganglienzellen im Ursprungsgebiete des Nervus acustico-facialis bei Ammocoetes." Von Ernst Herms, approb. Arzt. (Mit 2 Tafeln.)

(Aus dem histiol. Laboratorium zu München.)

Die Untersuchungen, denen die vorliegende Mittheilung entnommen ist, verfolgten zunächst einen andern Zweck, als denjenigen, die Entwicklung der Formelemente der Medulla oblongata zu studiren; es sollten vielmehr nach Serienschnitten durch die Köpfe von Ammocoeten ungleichen Alters durch Reconstruction Modelle des Hirnes der Ammocoeten aus verschiedenen Entwicklungsstufen hergestellt werden.

Eine Durchsicht der Schnitte ergab nun, und zwar besonders deutlich im Ursprungsgebiet des Acustico-facialis, Aufschlüsse über eine Bildungsweise grosser Ganglienzellen, die bisher nicht beschrieben worden ist und mir eingehender Berücksichtigung werth erscheint.

Dass die Nervenzellen in erster Instanz epithelialen Ursprungs sind, dürfte gegenwärtig wohl keinem Zweifel mehr begegnen. Ueber den Gang der Entwicklung von der Cylinderepithelzelle des noch durchaus epithelialen Bau zeigenden Nervenrohres an bis zur unzweideutigen Ganglienzelle liegt aber vielleicht ein weiter Weg, und die Zwischenglieder sind unbekannt. Man weiss nicht, ob die Ganglienzelle als eine durch Wachsthum vergrösserte Epithelzelle anzusehen ist

oder ob ein complicirterer Bildungsmodus statthat. Es wäre ja denkbar, dass eine Epithelzelle, oder eine der kleinen Zellen (Nervenkörperchen — Hensen), die, selbst epithelialer Herkunft, ursprünglich die graue Masse des embryonalen Markes bilden, etwa das Centrum bei Entstehung einer Ganglienzelle abgebe, und dass sich äusserlich fibrilläre Substanz diesem Körper anschliesse. Eine solche Vorstellung wäre Angesichts der Beobachtung statthaft, dass an grossen multipolaren Ganglienzellen der innere, den Kern umgebende Theil des Zellkörpers ein anderes Gefüge zeigt, als die Rinde. Während das Innere mitunter recht deutlich concentrische Strichelung aufweist, lässt die Rinde, wie Max Schultze zuerst darthat[1]), Fibrillenzüge wahrnehmen, die nicht selten aus einem Fortsatz über den Zellkörper hinweg in andere zu verfolgen sind.

A. Götte's Ansicht über die Entstehungsweise der Ganglienzellen ist mir nicht recht verständlich geworden. Er lässt bekanntlich[2]) an den Zellen der grauen Rückenmarksmasse bei Larven der Unke, deren äussere Kiemen bereits gefranst erscheinen, die Embryonalzellen einen Umbildungsprozess erleiden, und schliesslich miteinander verschmelzen unter Schwund ihrer Grenzen. Hieraus resultire die Bildung einer Grundsubstanz, in welcher ein Theil der Kerne eingebettet, die Mehrzahl derselben aber von einer hellen dotterfreien Protoplasmazone umgeben erscheine. Diese „hellen Zellkörper“ bezieht Götte bloss auf die Centraltheile der früheren Embryonalzellen und sagt am Schlusse des Kapitels, dass die Ganglienzellen aus Theilen der ursprünglichen Zellenleiber und den zugehörigen Kernen hervorgehen.

V. Hensen spricht sich in seiner Arbeit „Ueber die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meer-

1) M. Schultze. Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Acad. Programm. Bonn 1868.

2) A. Götte. Entwicklungsgeschichte der Unke. S. 278—280.

schweinchens" über diesen Punkt nicht aus. Er sagt:[1]) „Die Ganglienzellen entstehen in viel späterer Zeit als diejenige ist, welche meine Zeichnungen repräsentiren. Ich halte es für verkehrt, sich so auszudrücken, als wenn in früherer Zeit schon einige Zellen des Markes als Ganglienzellen anzusprechen seien. Sobald nämlich eine der grossen Ganglienzellen entsteht, hebt sie sich in Folge ihrer eigenartigen Lichtbrechung mit überraschender Deutlichkeit aus den übrigen Zellen hervor. Es ist dabei nicht nöthig, dass ihre Grösse von diesen verschieden sei. Da es dieser eigenthümliche Habitus ist, an dem wir überhaupt die Ganglienzellen erkennen, so scheint es ein richtiger Ausdruck zu sein, wenn wir sagen: „Im Anfang finden sich im Marke nur Nervenkörperchen, aber noch keine Ganglienzellen."

Kölliker giebt in der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere (zweite Auflage) gleichfalls keine Aufschlüsse über diese Frage. In Balfour's Handbuch der vergleichenden Embryologie finde ich nur folgende hierher gehörige Notiz:[2]) „Die graue Substanz und das centrale Epithel gehen aus einer Differenzirung der Hauptmasse des Rückenmarkes hervor. Die äusseren Zellen derselben verlieren ihre epitheliale Anordnung, verlängern sich zu Nervenfasern und bilden so die graue Substanz, während die innersten Zellen ihre ursprüngliche Lagerung beibehalten und das Epithel des Kanales darstellen. Der Ausbildungsprozess der grauen Substanz scheint von aussen nach innen fortzuschreiten, so dass ein Theil jener Zellen, welche bei der ersten Anlage der grauen Substanz epitheliale Anordnung zeigen, sich später doch noch in eigentliche Nervenzellen umwandelt". Seine durchaus schematisch gehaltene Abbildung

1) V. Hensen. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Band I. 1877. S. 393.

2) Balfour: Handbuch der vergleichenden Embryologie. Deutsche Ausgabe. S. 371.

eines Querschnittes vom Rückenmark eines siebentägigen Hühnerembryos (Fig. 246) zeigt in der Anlage des ventralen Hornes der grauen Masse grössere ovale Zellen, die offenbar Nervenzellen darstellen sollen. Dieselben würden sich darnach in beträchtlichem Abstande vom Epithel und nur indirekt aus diesem gebildet haben.

Nach meinen Beobachtungen an der Medulla oblongata von Ammocoetes bilden sich grosse Nervenzellen innerhalb des Epithels des Ventrikels, indem einzelne Zellen durch bedeutendes Wachsthum vor den Nachbarzellen sich auszuzeichnen beginnen. Einmal entstanden, senken sich diese Zellen unter das Epithel, und werden von den benachbarten, die den Charakter der Epithelzellen beibehalten haben, successive überwachsen und so von der Lichtung des Ventrikels getrennt. Der Vorgang zeigt viel Analogie mit demjenigen am Eierstocke, wo in der Fläche des Keimepithels durch Wachsthum sich auszeichnende hochprominirende Ureier gleichfalls sich gegen das Stroma des Eierstockes einsenken und dabei vom Keimepithel überwuchert werden. Diese Beobachtung, die im Folgenden eingehender dargelegt werden soll, lehrt wenigstens einen Modus der Bildung grosser Nervenzellen in unzweideutiger Weise und darf daher wohl Beachtung beanspruchen. Diese Erscheinungen zeigen sich im ganzen Bereiche der Medulla oblongata vom Ursprunge des Facialis an bis zu den letzten Wurzelbündeln des Vagus. Ich wähle aber zu meiner Darstellung eine bestimmte Region, die des Ursprungesbezirkes vom Facialis und Acusticus, um an die besonderen histologischen Verhältnisse einer begrenzten Gegend die Beschreibung des Verhaltens der Nervenzellen anknüpfen zu können.

Ich schildere nun zunächst die Configuration des Querschnittes aus jener Region der Medulla oblongata, die hier in Rede steht. Die Querschnitte waren durch den Kopf eines Ammocoetes Planeri von 56 mm Gesammtlänge angefertigt

worden. Im Ursprungsgebiete des Acustico-facialis hat der Gesammtquerschnitt fast kreisförmige Begrenzung. Die dorsale Partie weicht vom Kreiskontour ziemlich ab, ist beiderseits etwas abgeflacht und prominirt in einem stumpfen medianen Kamme (vergleiche Fig. 1). Das Dach des Ventrikels ist dünn und entsendet in das Lumen hineinragende Zotten, die gleichförmig vom Epithel bekleidet werden. Die Form des Ventrikelquerschnittes ist unregelmässig rhombisch mit einwärts gewölbten Seiten, einem jederseits nach aussen vorspringenden lateralen Winkel, ventralwärts sich in einen engern medianen Spalt ausziehend. Die Queraxe, die die Scheitel der beiden lateralen Winkel der Lichtung miteinander verbindet, trennt die dorsale Region der Medulla von der ventralen. Die Substanz der Medulla zeigt deutlich von einander abgesetzt drei Zonen. Die innerste Zone stellt das Epithel dar. Es ist einzeilig, aus kurzen Cylinderzellen bestehend, die dicht aneinander schliessen und sich in feine Fäden fortsetzen, die radiär in die nächste Zone und darüber hinaus vordringen. Die zweite breitere Zone repräsentirt die graue Substanz und besteht vorwiegend aus kleinen runden Elementen, die ich als Körner bezeichnen will. Sie entsprechen den Nervenkörperchen Hensen's.[1]) Diese Zone fehlt durchaus am Dache des Ventrikels, beginnt schmal unterhalb der Tela chorioidea, erreicht ihre grösste Breite ventralwärts von den lateralen Winkeln des Ventrikels und verschmälert sich wieder beträchtlich am Grunde des ventralen Spaltes der Lichtung. Die äusserste, mächtigste Zone enthält die Längsfasermasse der Medulla, an der strangweise gesonderte Abschnitte nicht zu sehen sind. Der gesammte Querschnitt zeigt dicht gestellte feine Punkte, als Ausdruck der quer durchschnittenen Fibrillen, die noch aller Scheiden entbehren. In ungleichmässiger Vertheilung sind zwischen die Fibrillen Körner ein-

1) A. a. O.

gestreut. Kapillargefässe finden sich im Allgemeinen spärlich innerhalb der Fasermasse.

Vom Grunde des ventralen Spaltes des Ventrikels bis zur ventralen Medianlinie der Oberfläche des Markes verläuft die Raphe. Wenn ich die Elemente der mittleren Zone und die zerstreut in der Fasermasse vorhandenen mit jenen übereinstimmenden Zellen als Körner bezeichnete, so folge ich der eingebürgerten Terminologie. Es sind Gebilde von ganz unbedeutendem Zellkörper, der von dem runden Kern fast vollständig eingenommen wird und eigentlich nur an den Abgangsstellen feiner Ausläufer wahrgenommen werden kann. Diese feinen Ausläufer halten verschiedene Richtungen ein, theils die radiäre, theils eine concentrische.

Eine Membrana prima habe ich nicht mit Sicherheit nachweisen können. Sie ist jedenfalls mit einer dünnen Pia fest verbunden, welche ihrerseits an den Querschnitten meist von den locker gelagerten grossen, eigenartigen Zellen verdeckt war, die ich, um denselben überhaupt eine Bezeichnung zu geben, als Arachnoidealzellen benennen möchte. (Fig. 1, a).

Den Facialis und Acusticus vermochte ich im Wurzelgebiete bei ausschliesslicher Untersuchung von Querschnitten nicht scharf von einander zu sondern. Eine deutliche Trennung derselben erfolgte erst nach dem Eintritte der verbundenen Fasermasse in die knorplige Gehörkapsel. Diese Kapsel entbehrt noch einer geschlossenen medialen Wand, zeigt hier vielmehr eine grosse Oeffnung, die die Hälfte des sagittalen Durchmessers der ganzen Kapsel übertrifft. Durch diese Oeffnung dringt der Nerv hinein und spaltet sich dann in zwei Aeste. Der eine tritt in ein Ganglion, das innerhalb der Gehörkapsel zwischen der ventralen Wand derselben und dem Labyrinthe gelegen ist — Acusticus —, der andere Nerv perforirt die ventrale Wand der knorpligen Kapsel mittelst besonderer Oeffnung und senkt sich in ein Ganglion, das ausserhalb der Kapsel liegt, aber derselben eng sich anschmiegt

— Facialis. Das Ganglion des Facialis liegt also, wie sich absolut sicher konstatiren liess, in diesem Entwicklungsstadium ventralwärts von der Gehörkapsel. Dieses Ganglion ist bedeutend kleiner, als das des Acusticus.

Den Ursprung des Facialis und Acusticus in der Medulla oblongata verfolgte ich mit Sicherheit durch sieben Querschnitte, deren jeder eine mittlere Dicke von $^1/_{60}$ mm hatte. Der vorderste dieser Schnitte, der den Beginn des Ursprungs der combinirten Nerven enthält, zeigt in der grauen Substanz ausschliesslich Körner. An dem gesammten Querschnitte ist keine einzige Nervenzelle zu sehen. Symmetrisch entspringt beiderseits ein reichliches Fibrillenbündel aus der dorsalen Region der grauen Masse, also dorsalwärts vom lateralen Winkel des Ventrikels. Man kann einzelne Fibrillen deutlich aus Körnern dieser Region hervorgehen sehen. An der Ursprungsstelle weiter von einander abstehend, convergiren diese Fibrillen gegen die Austrittsstelle des Nerven an der Oberfläche des Markes. Sie sind vollständig kernlos bis zum Subduralraum. Erst dort vereinigen sie sich zu stärkeren Fasern, denen längliche Kerne eng anliegen. Diese Verhältnisse bleiben dieselben an den beiden nächstfolgenden Schnitten. Am vierten Schnitte rückt die Ursprungsstelle etwas weiter ventralwärts vor, nämlich bis zur Gegend des lateralen Winkels des Ventrikels. Die Mehrzahl der Fibrillen entstammt hier der grauen Masse, die diesen Winkel umlagert. Zugleich ändert sich die Beschaffenheit der grauen Masse, indem innerhalb derselben, hart ventralwärts vom lateralen Winkel des Ventrikels zahlreiche Nervenzellen mittleren Kalibers auftreten (Fig. 6. z), die theils rundliche, theils kegel- und spindelförmige Gestalt haben. Die Grösse derselben ist eine wechselnde, indem sich alle Uebergänge zwischen den Körnern und den ausgeprägtesten dieser Elemente in derselben Region nachweisen lassen. Das Wachsthum erfolgt zunächst durch Zunahme des Zellkörpers, der

rings um den Kern als successive sich verbreiternder Saum zu sehen ist. Weiterhin wächst auch der Kern. Zahlreiche aus diesen mittleren Nervenzellen entspringende Fibrillen schliessen sich der Wurzel des Nerven an (Fig. 6) Die drei folgenden Schnitte enthalten ausser den bereits erwähnten Elementen mehrere Paare grosser Ganglienzellen, deren stärkster Durchmesser sich dem Werthe von 0,05 mm nähert. Die Zellen liegen paarweise, sämmtliche ventralwärts vom lateralen Winkel des Ventrikels. Speciell am fünften Schnitte finden sich zwei Paare derselben (Fig. 1, Z, Z'). Das dem Winkel näher gelegene möge als erstes — Z, das entferntere als zweites — Z' — bezeichnet werden. Alle vier Zellen haben am Querschnitt Keulenform, der Körper liegt hart unter dem Epithel. Ein mächtiger Fortsatz erstreckt sich dorsal- und lateralwärts durch die graue Masse und die Längsfasermasse zur Austrittsstelle des Nerven hin. Diese Fortsätze erscheinen deutlich längs gestreift, verzweigen sich im Bereiche der Längsfasermasse und senden ihre Zweige in den Nerven (Fig. 1 und Fig. 4). Zwischen dem ersten Paare und dem lateralen Winkel des Ventrikels lagert, wie am vorhergehenden Schnitte, die Gruppe mittlerer Zellen, deren fibrilläre Ausläufer denselben Weg einhalten. Fibrillen, die aus den Körnern dorsalwärts vom lateralen Winkel entspringen, wie an den drei ersten der hier in Rede stehenden Schnitte, sind am vierten Schnitt nur spärlich, am fünften gar nicht mehr zu sehen. Der folgende Schnitt enthält das erste Paar grosser Nervenzellen nicht mehr, wohl aber noch das zweite und ventralwärts davon ein drittes, an welches sich Anschnitte eines vierten Paares anschliessen. Der siebente Schnitt enthält in seiner Fläche nicht mehr Ursprungsfibrillen des Acustico-facialis. Der Nervenstamm liegt hier ausserhalb der Meningen. In der grauen Masse, symmetrisch zum ventralen Spalt, sieht man die Durchschnitte des bereits im vorhergehenden Schnitte wahrnehmbaren vierten Nerven-

zellenpaares. Der folgende Schnitt, mithin der achte der hier beschriebenen Querschnitte, lässt bereits Ursprungsfibrillen der Vagusgruppe wahrnehmen.

Es liess sich mithin für den verbundenen Acustico-facialis eine dreifache Ursprungsweise constatiren:

1. Ein proximales (cranialwärts gelegenes), mächtiges Fibrillenbündel ging ausschliesslich aus Körnern hervor, die dorsal vom lateralen Winkel des Ventrikels ihre Lage haben.

2. Zahlreiche Fibrillen nahmen etwas weiter distalwärts (caudalwärts) ihren Ursprung theils aus Körnern, theils aus mittleren Ganglienzellen, welche letztere sich ventralwärts vom lateralen Winkel des Ventrikels gelagert finden.

3. Das erste Paar grosser Ganglienzellen sendet seinen mächtigen sich noch innerhalb der Fasermasse des Markes verzweigenden, dorsal- und lateralwärts gerichteten Fortsatz gleichfalls dem Nerven zu. Für die übrigen grossen Ganglienzellen konnte nicht mit derselben Sicherheit festgestellt werden, dass periphere Ausläufer derselben Antheil an der Bildung dieses Nerven haben; nur mit Wahrscheinlichkeit schreibe ich diesen dieselbe Bedeutung zu, wie dem ersten Paare, da von sämmtlichen eine Strecke weit durch die Längsfasermasse Fortsätze in der Richtung gegen die Austrittsstelle des Nerven verfolgt werden konnten. Aber diese Fortsätze lagen nicht vollständig in der Querebene des Schnittes. Alle vier Paare grosser Nervenzellen zeigen multipolare Form und senden feinere Ausläufer einmal in die Längsfasermasse, das andere Mal zum Epithel und endlich im Bogen um den ventralen Spalt des Ventrikels herum durch die Raphe nach der andern Seite, wobei ich aber keineswegs behaupten will, dass sämmtliche die Raphe durchsetzenden Bogenfibrillen nur aus diesen colossalen Gebilden hervorgehen.

Berücksichtigt man die Aufeinanderfolge der einzelnen Ursprungsportionen des Nerven, so ist es sicher, dass der Facialis aus dorsal gelegenen Körnern entsteht. Ebenso sicher

lässt sich behaupten, dass mindestens das erste Paar der grossen Nervenzellen Acusticusfasern den Ursprung giebt. Fraglich bliebe, ob die Nervenzellen mittleren Kalibers nur zu einem der Nerven (dem Acusticus) oder zu beiden Beziehungen unterhalten; denn der Anschluss der aus diesen drei Quellen stammenden Fibrillen aneinander ist ein ganz continuirlicher. Herr Josef Victor Rohon[1]) hat eine Arbeit über den Ursprung des Nervus acusticus bei Petromyzonten veröffentlicht und stützt sich dabei wesentlich auf Querschnitte durch das Hirn von Ammocoetes, ohne aber leider die Grösse der benutzten Objecte anzugeben. Er bietet auf Tafel I eine gute Abbildung eines Querschnittes dar, der mit dem meiner Figur 1 soweit übereinstimmt, dass ich annehme, das Object sei von derselben Entwicklungsstufe gewesen, wie das meinige. Dafür spricht auch die Gestaltung der knorpligen Gehörkapsel. Sehr gut zeichnet Herr Rohon das dorsale Fibrillenbündel, das ich aus den Körnern der grauen Substanz dorsalwärts vom lateralen Winkel des Ventrikels hervorgehen sah. Ebenso finden sich die vier Paare grosser Nervenzellen, deren ich oben gedachte, in diesem Bilde, was sehr wohl den Verhältnissen entsprechen kann, wenn der Querschnitt etwas dicker ist, als meine Schnitte waren. Die mittleren Nervenzellen hat Herr Rohon übersehen. Die Verlaufsrichtung des mächtigen peripheren Fortsatzes des ersten Paares grosser Nervenzellen ist gleichfalls ganz richtig wiedergegeben, und Herr Rohon rechnet berechtigterweise diese grossen Zellen zu Ursprungsstätten eines Theiles der Acusticusfasern. Diesen Fortsatz der ersten grossen Nervenzelle, dessen Anschluss an den Acusticus Herr Rohon konstatirte, nennt er einmal „nackter Axencylinderfortsatz“ [2]), dann „eine einzige Primitivfibrille“. Wenn Herr Rohon unter ersterer Be-

1) Sitzb. d. k. Acad. d. W. zu Wien. Band 85. 1882. (Separatabdruck.)

2) A. a. O. S. 7.

zeichnung einen sich nicht theilenden Axencylinderfortsatz im Sinne von Deiters versteht, so ist diese Bezeichnung kaum mehr berechtigt, als die zweite. Der mächtige Fortsatz theilt sich mehrfach noch innerhalb des Verlaufes durch die Längsfasermasse, welche letztere Herr Rohon übrigens auch nicht anerkennt, indem er die „Markmasse" ausschliesslich aus Neuroglia bestehen lässt.[1]) Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass ich das „Nervenmark" nicht gesehen habe, mit dem Herr Rohon diesen Axencylinder nach dem Austritte aus der Medulla oblongata bekleidet.

Langerhans[2]) schildert eingehend die histologischen Verhältnisse der Medulla oblongata bei Petromyzon Planeri im Ursprungsgebiete des Vagus, flüchtiger die Ursprungsregion des Acusticus, und unterscheidet daselbst zwei Gruppen von Ganglienzellen, die er als äussere grosse Zellen (der Unterhörner) und als oberes laterales Ganglion bezeichnet. Zwischen diesen Zellgruppen und dem Epithel bildet Langerhans eine mächtige Lage von Circulärfasern ab, die aus der Raphe ausgehen (Taf. VIII Fig. 4 und Taf. IX Fig. 1). Diese Schicht fehlt bei Ammocoetes von 56 mm Länge noch total. Ein anderer circulärer Faserzug, der an der äusseren Grenze der Zellengruppen von Langerhans gezeichnet ist, war auf den Querschnitten des Ammocoetes bereits andeutungsweise vorhanden (Fig. 4 Fig. 6 cf.). Querschnitte, die Langerhans zwischen dem Ursprungsgebiete des Vagus und Acusticus anfertigte, zeigten ihm, an Stelle der Gruppe der Unterhörner, paarweise auftretende colossale Nervenzellen, die mit der Annäherung an die Wurzel des Acusticus noch zunehmen.[3])

Es unterliegt keinem Zweifel, dass es dieselben Zellen sind, deren vier Paare ich im Ursprungsgebiete des Acusticus angetroffen habe. Langerhans konnte indessen keinen Zu-

1) A. a. O. S. 4.

2) Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Freiburg i/Br. 1873.

3) A. a. O. S. 91.

sammenhang der erwähnten Zellen mit dem Acusticus konstatiren. Vor dem Acusticus fand er den Facialis aus breiteren Fasern bestehend und ohne Ganglienzellen; die Zellen des lateralen oberen Ganglions (mittlere Nervenzellen meiner Schnitte) waren in der Gegend noch vorhanden. Es harmonirt das aber mit meiner Beobachtung, dass der Facialis bei Ammocoetes im Wesentlichen aus Körnern, vielleicht auch aus den mittleren Nervenzellen entspringt, zu den grossen Zellen aber keine Beziehung hat. Ueberraschend sind die Dimensionen, welche Langerhans für die grossen ventral gelegenen Ganglienzellen im Ursprungsgebiete des Vagus und des Acusticus angiebt; er mass an denselben einen Durchmesser von 0,1 mm in beiden Richtungen, den Durchmesser des Kernes giebt er auf 0,02 mm an. Die grösste Zelle, die ich angetroffen habe, überschritt im Durchmesser nicht 0,04 mm. Diese Dimension wäre demnach bis zur vollendeten Entwicklung des Thieres um das 25 fache gewachsen.

Friedrich Ahlborn[1]) sagt über diese Region folgendes: „Man kann im Ursprungsgebiete des Acustico-facialis drei mehr oder weniger deutlich getrennte oder in einander übergehende Nervenkerne unterscheiden, von denen der obere am meisten gesondert erscheint, und als Faciliskern zu bezeichnen ist, während die beiden unteren weniger bestimmt abgegrenzt sind und die beiden Wurzeln des Gehörnerven aus sich hervorgehen lassen. Das hintere Ende der beiden Acusticuskerne liegt in den Querschnittsebenen der Kreuzung der Müllerschen Fasern (was mit der Darstellung von Langerhans übereinstimmt). Hier sieht man die beiden Kerne über dem Nervus V. ascendens dicht unter der äusseren Oberfläche deutlich von einander getrennt" etc. — „In dem so

4) Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Ztsch. f. w. Zool. Band 39. 1883. S. 260.

begrenzten Raume entstehen die beiden übereinanderliegenden Wurzeln des Acusticus aus einer Reihe sehr verschiedener Componenten. Zunächst treten uns hier in weitester Verbreitung kleine durch Osmiumsäure hell gefärbte Ganglienzellen entgegen, die aus dem dorsalen Bereich des centralen Grau in das Ursprungsgebiet vorgedrungen zu sein scheinen und nach aussen hin an Zahl abnehmen. Es sind diese Zellen zum Theil von derselben Art, wie diejenigen, welche ich im Zusammenhang mit den Acusticusvaguswurzeln beobachtet zu haben glaube, und ich halte es nach der weiten Verbreitung dieser Zellen (im Ursprungsgebiete) nicht für unwahrscheinlich, dass sie in einer nahen Beziehung zum Acusticus stehen, oder sich auch direkt am Aufbau des Nerven betheiligen. Einen unmittelbaren Zusammenhang dieser Zellen mit den Acusticusfasern habe ich nicht beobachtet." Ueber die Zusammensetzung des Facialiskernes heisst es bei Ahlborn[1]), derselbe liege über den Acusticuskernen am obersten Rande der Hirnwand da, wo diese im Begriffe ist, in das Cerebellum überzugehen. Dieser dunkler gefärbte Kern enthalte kleine spindelförmige Nervenzellen mit grossen granulirten Kernen. — Dabei hat Ahlborn die grossen Nervenzellen noch nicht in Betracht gezogen. Es kann sich mithin bei der Entstehung dieser Nervenkerne nur um diejenigen Elemente handeln, die, als dorsal vom lateralen Winkel des Ventrikels gelegene Körner bei Ammocoetes den Fibrillen des Facialis den Ursprung geben, und um die von mir als mittlere Nervenzellen bezeichneten Formen, aus denen ein Theil der Fibrillen des Acusticus hervorgeht. Letztere Zellen würden sich demnach im weiteren Verlaufe der Entwicklung zu den zwei Acusticuskernen Ahlborn's gruppiren, die Körner aber würden sich zu spindelförmigen Nervenzellen des Facialiskernes gestalten. Auf

1) A. a. O. S. 269.

die grossen Nervenzellen stiess Ahlborn in der Nähe der Kreuzung der Müllerschen Fasern und konnte wenigstens bei einem Paar derselben die von Langerhans angegebenen Dimensionen constatiren. Weiter proximalwärts (cranialwärts) erlitt diese Gruppe eine Unterbrechung.[1]) Dann traten wieder 4 bis 6 Paar Riesenzellen auf. Das sind dieselben, die ich beschrieben habe. Ahlborn ist nicht geneigt, anzunehmen, dass irgend einer der zahlreichen Fortsätze dieser Zellen als Acusticusfaser das Hirn verliesse. Nur für dasjenige Zellenpaar, das ich als erstes bezeichnet habe (Fig. 1, Z) lässt Ahlborn die Möglichkeit zu, dass ihr dorsal und lateral gerichteter Fortsatz „nur zufällig" in die Acusticuswurzel eintauche, ohne einen integrirenden Bestandtheil derselben zu bilden und ohne das Gehirn zu verlassen.[2]) Ich bin also in der Lage nach zwei Seiten hin die schätzenswerthen Beobachtungen Ahlborn's ergänzen zu können, indem mir sowohl der Nachweis des Zusammenhanges der mittleren Nervenzellen mit Acusticusfasern gelang (Fig. 1 und Fig. 6), als ich auch im Stande war, positiv den Anschluss der Zweige des mächtigen Fortsatzes der ersten grossen Nervenzellen an den Acusticus zu beobachten. In letzterer Hinsicht bestätige ich durchaus die Angabe Rohon's, allein Ahlborn ist vollständig im Rechte,[3]) wenn er der Ansicht Rohon's widerspricht, dass die Gruppe grosser Nervenzellen den oberen lateralen Zellen von Langerhans correspondire.

Rohon ist zu dieser Aufstellung wohl nur dadurch geführt worden, dass er die von mir als mittlere Nervenzellen bezeichneten Elemente ganz übersehen hat. Die grossen Nervenzellen gehören zu den äusseren grossen Zellen (Unterhorn) von Langerhans. Was Ahlborn über die Müllerschen Fasern, ihren Zusammenhang mit den grossen Zellen und

1) A. a. O. S. 250.
2) A. a. O. S. 264.
3) A. a. O. S. 265.

den Acusticuskernen angibt, vermag ich nicht zu controliren, da starke Fibrillenbündel, die als Müllersche Fasern bezeichnet werden könnten, bei der von mir benutzten Entwicklungsstufe von Ammocoetes überhaupt noch nicht abgegrenzt sind.

Fasse ich zusammen, was nach dem Obigen über den Ursprung des Facialis und Acusticus bei Petromyzon Planeri und beim Querder derselben Art ermittelt ist, so sah Langerhans den Facialis nicht in Beziehung zu Ganglien- oder Nervenzellen. Ahlborn fand im Kern des Facialis kleine spindelförmige Nervenzellen, und ich sah mit voller Sicherheit die von mir dem Facialis zugeschriebenen Ursprungsfibrillen aus dorsalen Körnern der grauen Masse hervorgehen, die sich durchaus noch nicht in Grösse von den übrigen Körnern der grauen Substanz unterschieden. Rohon berücksichtigt den Facialis gar nicht.

Den Acusticus anlangend, so bringen sowohl Langerhans wie Ahlborn grosse Nervenzellen, die eine mehr ventrale Lage haben, in Beziehung zu diesem Nerven, ohne indessen über diese Verbindung beider Theile zu einem abschlüssigen Urtheile zu gelangen. Erst Rohon vermochte sicher wenigstens ein Paar der grossen Nervenzellen in Verbindung mit dem Nerven nachzuweisen, und ich war in der Lage, diese Beobachtung zu constatiren.

Ist nun die Reihenfolge des Austrittes der Ursprungsbündel aus der Medulla insofern entscheidend, als die mehr proximal entspringenden dem Facialis, die weiter distal- (caudal-)wärts austretenden dem Acusticus zuzuschreiben sind, so würde sich also ergeben, dass ein Hirnnerv, der jedenfalls auch motorische Fasern führt, indem er sich an der Innervation der Kiemenmuskulatur betheiligt (der Facialis), in der Medulla oblongata einen durchaus dorsalen Ursprung hat und keine Beziehung zu grösseren Nervenzellen unterhält, während ein sensibler Hirnnerv (der Acusticus) ein in der Medulla mehr ventral gelegenes Ursprungsgebiet besitzt und

mit einem Theile seiner Fasern aus colossalen Nervenzellen stammt. Das Verhältniss wäre also gerade das entgegengesetzte von demjenigen, was man auf Grund des Bell'schen Gesetzes und nach histologischen Beobachtungen für die Spinalnerven bisher angenommen hat.

Nach diesen Angaben, die nur dazu dienen sollten, über die Region im Allgemeinen zu orientiren, sowie in Ergänzung früherer Beobachtungen dasjenige mitzutheilen, was ich gelegentlich über den Ursprung des Acustico-facialis beobachtet habe, wende ich mich zu dem besonderen Gegenstande meiner Untersuchung, der Entstehungsweise unzweideutiger Nervenzellen in dieser Abtheilung des centralen Nervensystems. Auffallend ist überhaupt die in Bezug auf das Epithel des Ventrikels oberflächliche Lage sämmtlicher, sowohl der mittleren wie der grossen Nervenzellen. Sie werden bei dem Ammocoetes von der angegebenen Länge der Mehrzahl nach unmittelbar von dem einzeiligen Epithel bekleidet. Liegen sie später in grösserer Entfernung vom Epithel, so ist mithin sicher, dass sie im Verlauf der Entwicklung eine Dislocirung erfahren haben, und nicht an der Stelle entstanden sind, wo man sie beim ausgebildeten Thiere trifft. Es kam nun darauf an, zu entscheiden, ob sie etwa aus wohl charakterisirten Epithelzellen selbst hervorgehen, oder ob die Zwischenstufe von Körnern (Nervenkörperchen — Hensen) stets sich einschalte. Es gelang denn auch bald darzuthun, dass Zellen, die den Charakter von Nervenzellen nach Form und Grösse an sich trugen, nicht allein im Niveau des Epithels des Ventrikels lagen, sondern sogar darüber hinaus in das Lumen des Hohlraumes hineinragten. Von zahlreichen Bildern dieser Art, die ich in meinen Präparaten aufweisen kann, habe ich eines in Fig. 2 wiedergegeben. Man sieht die Nervenzelle z mit ihrem ganzen Leibe ausserhalb des Epithels fast frei im Ventrikel liegen. Ein rasch sich verjüngender Fortsatz, der zwischen den be-

nachbarten Epithelzellen eingeklemmt ist, fixirt allein dieselbe. Der Vergleich, den ich am Eingange meiner Arbeit mit der Lagerungsweise von prominirenden Ureiern im Verhältniss zum Keimepithel anstellte, trifft vollständig zu. Der Querschnitt, der mir dieses Bild bot, liegt unmittelbar hinter den paarig angeordneten grossen Nervenzellen, die ich noch mit dem Ursprung des Acusticus in Beziehung bringe. Da indessen die in Fig. 2 dargestellte Zelle dorsal vom lateralen Winkel des Ventrikels ihre Lage hat, so ist mit Sicherheit anzunehmen, dass keine der colossalen Zellen, sondern eine mittleren Kalibers aus derselben hervorgehen wird. Die Voraussetzung, dass die so entstandene Zelle sich darnach aus dem Verbande des Epithels ausschalte, gegen die graue Masse hinrücke, und dann secundär vom Epithel überwuchert werde, die Epithellücke mithin wieder ergänzt wird, konnte durch verschiedene Präparate bestätigt werden. Ich weise in dieser Beziehung auf Fig. 3 hin. Das dieser Zeichnung zu Grunde liegende Präparat ist einer Querschnittserie durch das Hirn eines etwas älteren Ammocoetes entnommen, über dessen Gesammtlänge ich leider nichts Bestimmtes mittheilen kann, da der Kopf vom Rumpfe getrennt war. Nach ungefährer Schätzung dürfte das Thier höchstens eine Länge von 70 mm besessen haben. Man sieht jederseits eine vom Epithel unbekleidete Nervenzelle zum Theil, aber nicht mehr soweit, wie in Fig. 2, in das Lumen des Ventrikels hineinragen. An der links gelegenen beginnt bereits das Epithel die freie Fläche der Zelle zu überwachsen, indem die nächst benachbarten Epithelzellen sich gekrümmt dem Körper der Nervenzelle anschmiegen und gegen den noch unbedeckten Scheitel derselben hinstreben. Die Zelle der rechten Seite der Fig. 3 ist noch vollständig nackt gegen den Ventrikel zu. Beide Zellen senden, wie die Epithelzellen, radiäre Fortsätze durch die Körner der grauen Masse. Fig. 5 bietet die Ansicht einer grossen Nervenzelle des zweiten Paares (Z′ der Fig. 1).

Der Zellkörper erhebt das Epithel gegen das Lumen und dieses Epithel ist, soweit es die Zelle bekleidet, noch nicht in seiner definitiven, regelmässigen Anordnung hergestellt. Es besteht vielmehr aus kleinen rundlichen Elementen, denen die radiären Fortsätze noch fehlen. Man darf annehmen, dass diese zur Ergänzung der Lücke bestimmten Zellen vor Kurzem erst entstanden sind und erst später in den regulären Verband mit den Nachbarelementen treten werden. Dasselbe gilt von der Zelle $Z''$ der Fig. 6, während ihr Seitenstück links bereits von geschlossenem Epithel bedeckt ist. In Figur 7 zeigt sich eine grosse Nervenzelle bereits tiefer gerückt, $Z'$, sie liegt in der Zone der Körner, die sie bedeckenden Epithelzellen haben radiäre Fortsätze entwickelt, die die grosse Zelle umgreifen. Etwas höher dorsal gewahrt man eine Zelle des ersten Paares Z bereits innerhalb der Längsfasermasse.

Eine dritte Querschnittserie von einem noch älteren Exemplar des Ammocoetes Planeri enthielt die über das Epithel gegen die Lichtung des Ventrikels vorragenden Zellen gar nicht mehr. Sämmtliche fanden sich bereits unter dem Epithel, theils zwischen den Körnern der grauen Masse, theils noch weiter ausserhalb gelagert.

Ich ziehe aus diesen Beobachtungen den Schluss, dass ein Theil der Nervenzellen in der Medulla oblongata von Ammocoetes nicht aus Körnern oder Nervenkörperchen der grauen Masse, sondern unmittelbar aus wohl charakterisirten Epithelzellen hervorgeht, dass diese Zellen durch Wachsthum sich vergrössern, dadurch zunächst gegen den freien Raum des Ventrikels sich erheben, und dass, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht haben, die Dislocation derselben beginnt, durch welche sie aus dem Niveau des Epithels in die graue Masse

weiter lateral versetzt werden. Es gilt dasselbe sowohl für mittlere als für grosse Nervenzellen. Aber ich habe keine Berechtigung zu der Annahme, dass dieser Bildungsmodus in dieser Region der ausschliessliche sei. Wahrscheinlich ist es vielmehr, dass ein anderer Theil mittlerer Nervenzellen sich aus den kleinen runden Körnern der grauen Masse in loco entwickelt. Es deutet hierauf der Umstand hin, dass innerhalb der Gruppe Fig. 1, z, Fig. 4, z, Fig. 6, z und Fig. 7, z alle Uebergangsformen zwischen Körnern und unzweideutigen Nervenzellen sich gedrängt neben einander vorfinden.

Meine Beobachtungen sprechen durchaus der Vorstellung das Wort, dass die Bildung der Nervenzellen aus präformirten kleineren Elementen, seien es Epithelien, seien es Körner, durch Wachsthum sowohl des Zellkörpers, wie des Kernes dieser letzteren erfolge. Nirgends nahm ich Verhältnisse wahr, die die Deutung zugelassen hätten, dass sich von Aussen her Fibrillen an den in Bildung begriffenen grossen Körper anlegten, und etwa die ausgeprägt fibrilläre Rindenschicht, welche grosse Nervenzellen schliesslich zeigen, herstellten. Im Gegentheil, die nächste Umgebung der in Bildung begriffenen Nervenzellen ist meistens frei von Fibrillen. Man sieht die fadenförmigen Ausläufer benachbarter kleiner Gebilde den grossen Körper fast immer im Bogen umgehen. Im hohen Grade auffallend ist die späte Entstehung der Nervenzellen. Berücksichtigt man, dass es sich hier um ein freilebendes Thier mit ausgebildeter Motilität und Sensibilität handelt, welches aber im Ursprungsgebiete des Facialis noch keine Nervenzellen enthält, im Ursprungsgebiete des Acusticus, Vagus etc. dieselben im Entstehen zeigt, so muss angenommen werden, dass das Korn (Nervenkörperchen, Hensen) resp. die Epithelzelle, aus welcher die Nervenzelle durch Wachsthum hervorgeht, vorher dieselbe functionell vertrete, das Korn oder die Epithelzelle also schon die Bedingungen

in sich vereinige, um die Funktion von Nervenzellen auszuüben. Wenn nun aus einem Korn oder einer Epithelzelle durch Wachsthum eine Nervenzelle hervorgeht, so ist mindestens mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass diese secundäre Bildung die durch Fibrillen vermittelten Verbindungen beibehält, welche das primäre Gebilde bereits besass. Allein es ist ferner zulässig anzunehmen, dass mit dem Wachsthum sich neue Verbindungen zu den bereits vorher bestehenden hinzubilden, dass der sich vergrössernde Körper neue Fibrillen aussendet und sich mit Bezirken in Beziehung setzt, mit denen das primäre Gebilde noch keine Leitbahn austauschte. Vielleicht liegt hierin die Bedeutung des Vorganges, der aus der kleinen Epithelzelle die colossale Nervenzelle hervorgehen macht.

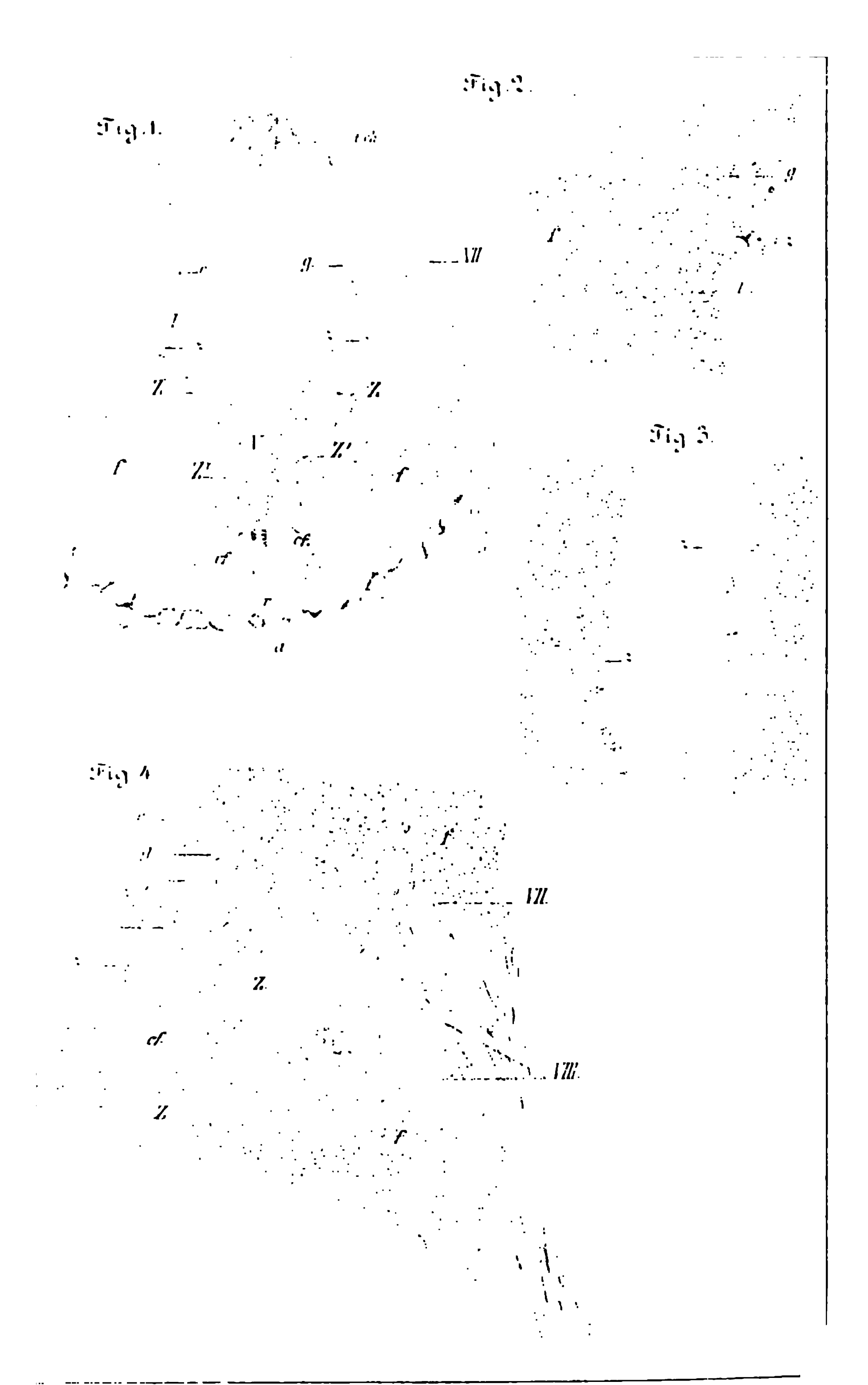

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
VII
VIII
Z
f
g

Fig. 5.

Z'

Z''

VII

e

d

Fig. 6.

VIII

e

g

f



## Erklärung der Tafeln.

*Fig. 1.* Querschnitt durch die Medulla oblongata eines 56 mm langen Ammocoetes von Petromyzon Planeri Oc. II. (Periscopisch.) System II von Seibert.

Der Schnitt war nicht genau senkrecht zur Axe der Medulla gefallen, sondern etwas schräg. Die rechte Seite des Schnittes lag mehr nach vorn (proximalwärts), die linke weiter nach hinten. Die rechte Seite des Bildes zeigt demnach Ursprungsfibrillen des Facialis aus dorsal gelegenen Körnern, die linke Seite enthält nicht mehr den Ursprung dieser Fibrillen, sondern zeigt dieselben näher der Oberfläche des Markes.

a Arachnoidealzellen.
cf circuläre Fasern.
e Epithel.
f Längsfasermasse.
g graue Masse.
l lateraler Winkel des Ventrikels.
r Raphe.
t ch tela chorioidea.
z mittlere Nervenzellen.
Z erstes Paar } grosser Nervenzellen.
Z′ zweites Paar } grosser Nervenzellen.
VII Facialis.
VIII Acusticus.

*Fig. 2.* Querschnitt unmittelbar hinter dem Ursprunge des Acusticus.

Hartnack Oc. III. System 7 bei ausgezogenem Tubus.

f Längsfasermasse.
g graue Masse.
l lateraler Winkel des Ventrikels.
z in Entstehung begriffene Nervenzelle.

*Fig. 3.* Querschnitt aus dem Ursprungsgebiete des Acusticus.

Hartnack Oc. III. System 7 bei ausgezogenem Tubus.

z im Niveau des Epithels gelegene Nervenzelle.

*Fig. 4.* Querschnitt aus dem Ursprungsgebiete des Acusticus. Hartnack Oc. III. System 7 bei ausgezogenem Tubus.

cf circuläre Fasern.
e Epithel.
f Längsfasermasse.
g graue Masse.
z mittlere Nervenzellen.
Z lateraler Fortsatz der in Fig. 1 mit Z bezeichneten ersten grossen Nervenzelle.
Z' lateraler Fortsatz der zweiten grossen Nervenzelle.
VII Facialis.
VIII Acusticus.

*Fig. 5.* Demselben Querschnitte entnommen, wie Fig. 4, und mit derselben Vergrösserung gezeichnet.

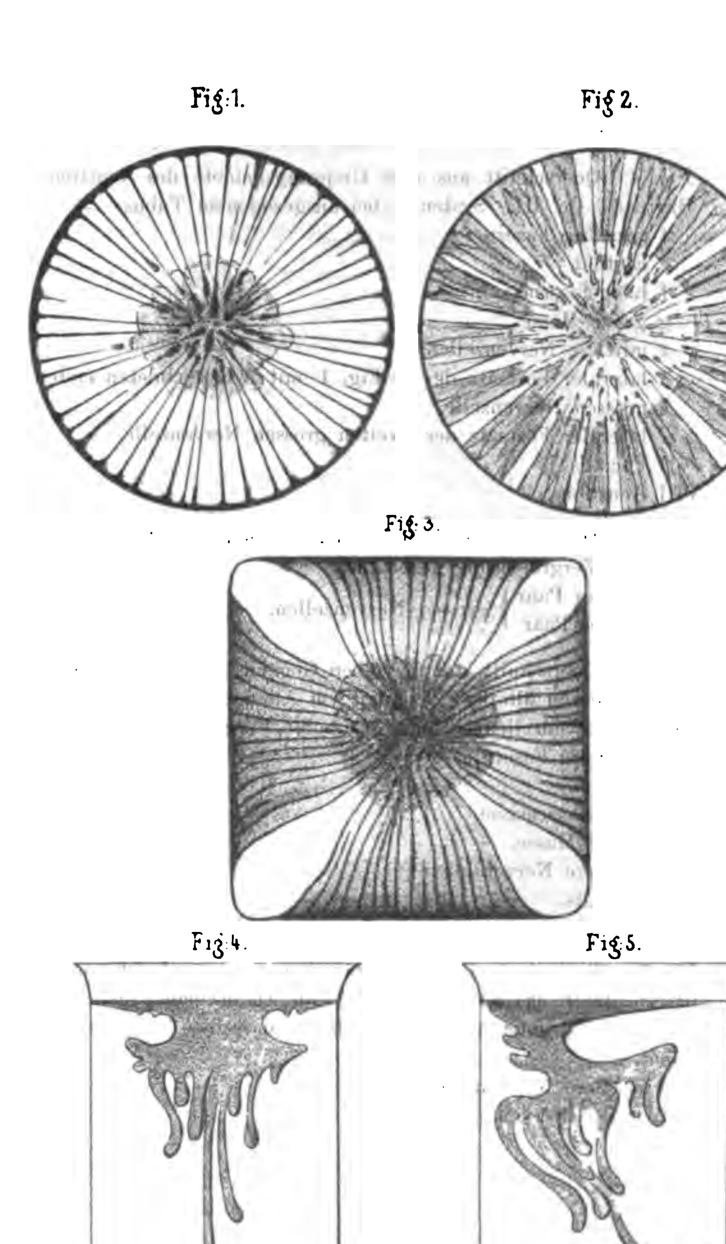
Z' zweites Paar } grosser Nervenzellen.
Z'' drittes Paar }

*Fig. 6.* Querschnitt aus derselben Gegend, wie Fig. 4 und 5, von einem anderen älteren Exemplar von Ammocoetes, das bereits mehr grosse Nervenzellen enthielt. Dieselbe Vergrösserung.

cf circuläre Fasern.
e Epithel.
f Längsfasermasse.
g graue Masse.
z mittlere Nervenzellen.
VII Facialis.
VIII Acusticus.

*Fig. 7.* Ein weiter proximalwärts gelegener Qurrschnitt aus der Schnittserie durch das ältere Exemplar von Ammocoetes, dem auch der Schnitt Fig. 6 entstammt. Ebenfalls mit derselben Vergrösserung gezeichnet.

z mittlere Nervenzellen.
Z grosse Nervenzellen.






Lith. Anst. v. Joh. Roth sel. Wwe München.



Herr Wilhelm von Bezold sprach:

„Ueber eine neue Art von Cohäsionsfiguren."

(Mit einer Tafel.)

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über das Bildungsgesetz der Lichtenbergischen Figuren[1]) habe ich darauf hingewiesen, dass Figuren, welche denselben ausserordentlich ähnlich sind, durch Bewegung von Flüssigkeiten hervorgerufen werden können.

Ich bediente mich damals einer durch Aufquellen von Traganth gewonnenen dünnen Gallerte, deren Oberfläche durch Bespritzen mit feinen Farbtröpfchen bedeckt wurde. Durch Ansaugen der Traganthmasse vermittelst eines feinen Röhrchens ordneten sich die Farbtröpfchen zu Figuren, welche mit den positiven Lichtenberg'schen die grösste Aehnlichkeit hatten, während durch Ausbreitung eines Tropfens verdünnterer Farblösung stumpf begrenzte Figuren erhalten wurden, welche an die negativen Staubfiguren erinnerten.

Ich zeigte damals, dass die Analogie zwischen den beiden Gruppen von Erscheinungen eine ausserordentlich enge sei, und baute darauf die Hypothese, dass die Lichtenbergischen Figuren wesentlich ein Resultat der Bewegung der Luft, beziehungweise des Gases seien, in welchem man das Experiment macht.

Hiebei würden sich die charakteristischen Eigenthümlichkeiten der positiven und negativen elektrischen Figuren

1) Pggdff. Ann. Bd. CXLIV S. 337—363 u. 526—556.

dadurch erklären, dass man es in dem einen Falle mit einem Strömen nach einem Centrum also mit einem Aufsaugen, im anderen aber mit einem Ausströmen von einer Spitze zu thun habe.

Auch heute habe ich noch keine Ursache von meinen damals ausgesprochenen Anschauungen abzugehen, da ich die von Einzelnen dagegen erhobenen Einwände durchaus nicht als stichhaltig anerkennen kann.

Der Verbreitung meiner Ansicht war es jedoch offenbar hinderlich, dass die Wiederholung des Experimentes mit dem Traganthschleim immerhin etwas umständlich ist, so dass sie wohl kaum jemals versucht wurde.

Da spielte mir kürzlich der Zufall ein Verfahren in die Hand, durch welches sich nicht nur der Versuch mit dem Ausströmen und Aufsaugen ausserordentlich leicht und schön wiederholen lässt, sondern welches überdies gestattet, noch eine Menge von Fragen in einfacher Weise zu behandeln, deren Untersuchung bisher mit mancherlei Schwierigkeiten verbunden war.

Die Entstehungsgeschichte dieses Verfahrens war die folgende:

Ich ging gerade vorüber, als Herr Schultheiss, Assistent der meteorologischen Centralstation, die Spitze einer mit rother Korallintinte gefüllten Reissfeder zum Reinigen in ein Glas mit Wasser getaucht hatte.

Dabei fiel mir auf, dass die Tinte sich als ein scharf begrenzter Fleck auf der Oberfläche des Wassers verbreitet hatte und dies rief mir die Erinnerung an die negative Lichtenberg'sche Figur wach und veranlasste mich der Sache Aufmerksamkeit zu schenken.

Da sich nämlich zeigte, dass von der Mitte des Fleckes aus ein Theil der Tinte als feiner Faden mit eigenthümlich verdicktem Ende durch das Wasser nach dem Boden des Gefässes hinabsank, so erwartete ich sofort, dass in Folge

des Mitreissens von Theilen des Fleckes hier ähnliche radiale Streifen auftreten würden, wie ich sie seinerzeit bei dem Saugversuche in der Traganthgallerte beobachtet hatte.

Als ich jedoch das gewünschte Resultat nicht augenblicklich erhielt, veranlasste ich Herrn Schultheiss, seine Feder in die gerade neben stehende hektographische Tinte zu tauchen und zu versuchen, wie diese sich auf der Wasserfläche verhalten werde.

Das Ergebniss war geradezu überraschend. Die mit Anilinviolett intensiv gefärbte Tinte breitete sich mit Blitzesschnelle auf der Wasserfläche bis zum Rande hin aus und sehr bald machten sich Anfänge einer radialen Streifung merkbar, die sich innerhalb weniger Minuten so vollkommen ausbildete, dass man an ein Rad mit vielen Speichen etwa an das eines Velocipedes erinnert wurde. (Fig. 1.)

Diese Erscheinung war so schön — das Glas hatte einen inneren Durchmesser von 9 cm — dass ich mich augenblicklich daran machte, die Bedingungen ihres Zustandekommens genauer zu studiren.

Dabei bemerkte ich zunächst, dass es wesentlich ein Bild der Strömungen im Gefässe ist, welches man auf diese Weise sichtbar macht, so dass z. B. die Strahlenfigur immer dann auftritt, wenn das Wasser kälter ist als die umgebende Luft, da man alsdann am Umfange des Gefässes einen auf- in der Axe desselben einen absteigenden Strom hat.

Gerade dieser Punkt scheint mir von wesentlicher Bedeutung zu sein.

Es sind nämlich schon zahlreiche Untersuchungen ausgeführt worden über die Verbreitung von Tropfen auf der Oberfläche und zum Theil auch im Innern anderer Flüssigkeiten. Aber bei all' diesen Versuchen und Studien war die Aufmerksamkeit wesentlich auf die molecularen Vorgänge gerichtet.

Theils waren es die Capillarerscheinungen, welche man

dabei in erster Linie in Betracht zog, theils waren die Versuche darauf berechnet, in der eigenthümlichen Verbreitungsweise der verschiedenen Flüssigkeiten Kennzeichen für deren Reinheit und überhaupt für deren chemische Beschaffenheit zu gewinnen.[1])

Einen ziemlich vollständigen Nachweis der hierauf bezüglichen Literatur findet man in der Abhandlung von Quincke über Capillaritätserscheinungen an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten.[2])

Seitdem sind über den gleichen Gegenstand noch einige weitere Arbeiten erschienen, so von Marangoni,[3]) F. Cintolesi[4]) und A. Obermayer.[5])

In all' diesen Untersuchungen wird jedoch mit einziger Ausnahme der zuletzt erwähnten, wie schon bemerkt, das hier von mir betretene Gebiet kaum gestreift. Die Flüssigkeiten, deren Ausbreitung auf anderen insbesondere auf Wasser beobachtet wurde, stehen meist dem Wasser so ferne, dass eine Mischung gar nicht oder nur sehr schwer möglich ist, während bei den von mir benutzten Farben eine solche sehr wohl eintritt, aber nur so allmälig, dass sich der Vorgang leicht verfolgen lässt.

Die Farben, deren Ausbreitung auf der Wasserfläche und deren allmälige Vermischung ich untersucht habe, dienten wesentlich nur dazu, die Bewegungen der Wassermasse sichtbar zu machen und ihr Cohäsionsvermögen kommt vorzugsweise insofern in Betracht, als dadurch die Stromfäden in dem Wasser deutlich markirt werden.

1) Tomlinson: Phil. Mag. (4) XXIII (1862) S. 186—195. — (4) XXVII (1864) S. 425—432 u. 528—537. — (4) XXVIII (1864) S. 354—364.

2) Pggdff. Ann. CXXXIX S. 1—86. S. insbes. S. 74.

3) Nuov. Cim. (2) III (1870) S. 105—120. — (2) V—VI (1872) S. 239—273.

4) Rendic. Lomb. (2) IX S. 187—192.

5) Pggdff. Ann. CLI (1874) S. 130—132.

Ich hätte deshalb der ganzen Abhandlung vielleicht auch den Titel geben dürfen „über die Bewegungen in Wassermassen, welche allmäliger Erwärmung oder Abkühlung unterworfen sind."

Das Uebersehen der Bedeutung, welche diese Bewegungen für das Verhalten solcher Farbhäutchen haben, war auch der Grund, weshalb Herr Obermayer, der wie bereits angegeben den hier zu beschreibenden Versuchen sehr nahe kam, dennoch beim ersten Schritte stehen blieb.

Herr Obermayer hatte nämlich bemerkt, dass intensiv gefärbte Lösungen von Anilinfarben sich auf Wasserflächen rasch zu Scheiben verbreiten, und dass solche Scheiben später am Rande Risse zeigen und in einzelne Strahlen zerfallen können.

Die wenigen Versuche, die er beschreibt, sind jedoch wesentlich anderer Art als die von mir angestellten, indem er offenbar viel dickere Farbhäute bildete — er giebt an, dass sie Oberflächenfarben zeigten — wodurch thatsächlich die Cohäsionsverhältnisse in den Vordergrund treten, die Strömungen im Wasser aber nur mehr untergeordnete Rolle spielen, so dass er deren Bedeutung ganz übersehen konnte.

Dies vorausgeschickt sollen nun die oben kurz angedeuteten Versuche eingehender beschrieben werden.

Zur Anstellung derselben bedient man sich mit Vortheil verschiedener Arten von Tinten, am Besten jener aus Anilinviolett unter Beisatz von Glycerin dargestellten, welche man zu der hektographischen Vervielfältigung verwendet.

Bringt man mit Hilfe einer Reissfeder oder eines Pinsels eine kleine Menge solcher Tinte auf eine reine Wasserfläche, so breitet sie sich wie schon bemerkt ausserordentlich rasch zu einer feinen Haut aus. Hiebei ist es wichtig, Reissfeder oder Pinsel nicht senkrecht, sondern unter möglichst spitzem Winkel an die Fläche zu bringen, damit die Ausbreitung seitlich erfolge und nicht gleich Anfangs eine

grössere Menge zum Niedersinken komme. Aus diesem Grunde ist auch die Benutzung eines Glasstabes, Tropfglases u. s. w. für diese Versuche durchaus ungeeignet.

Ferner muss man, wenn rasche ungehinderte Ausbreitung stattfinden soll, dafür Sorge tragen, dass die Feder ganz frisch mit Tinte gefüllt sei. Je besser die Reissfeder vorher gereinigt war und je rascher sie von dem Tintengefässe auf die Wasserfläche gebracht wird, um so rascher erfolgt die Ausbreitung, um so ausgedehnter wird der Fleck und um so dünner die Haut.

Der Versuch, mit dem Reste der Tinte, die zur Herstellung der Haut auf einem Gefässe gedient hat, noch in einem zweiten Gefässe einen ausgedehnten kreisförmigen oder bis an die Gefässwand reichenden Fleck herzustellen, schlägt jedesmal fehl. Ebensowenig ist es möglich, einen Fleck, der durch Mangel an Tinte oder durch zu langsames zaghaftes Auftragen zu klein geworden ist, durch Zugabe einer zweiten Portion nennenswerth zu vergrössern. Die zuletzt aufgetragene Menge wird sich höchstens zu einer ganz kleinen dafür natürlich sehr intensiv gefärbten Scheibe ausbreiten, meist aber nur einen ganz unregelmässig begrenzten Flecken liefern, so dass die Durchführung des Versuches von vorneherein unmöglich wird.

Aber auch wenn die Ausbreitung ungehindert erfolgt, wird das Ergebniss noch ein sehr verschiedenes, je nachdem die Farbe den Rand der flüssigen Oberfläche erreicht oder nicht.

Weitaus am schönsten gelingt der Versuch, wenn die Farbe den Rand nicht nur erreicht, sondern sogar noch etwas an dem Glase in die Höhe steigt.

Ist dies der Fall, und ist überdies die aufgegebene Menge Tinte so bemessen, dass die Haut nicht zu dick und damit zu undurchsichtig wird, dann entstehen im Laufe weniger Minuten auf der Oberfläche Figuren, wie sie in Fig. 1 und Fig. 3 dargestellt sind, immer vorausgesetzt, dass das Wasser kälter sei als die Luft des umgebenden Raumes.

Zunächst bemerkt man in der Mitte der Oberfläche — ich setze hier die Benutzung eines Becherglases oder eines cylindrischen Glases voraus — dass ein Faden nach abwärts sinkt, der meist ein verdicktes Ende besitzt, und dem besonders wenn die Schicht etwas mächtiger war, in der Umgebung des Centrums allmälig noch mehrere nachfolgen.

Gleichzeitig gewinnt die Oberfläche ein eigenthümlich gekörntes Ansehen, indem man unzählige hellere Fleckchen wahrnimmt. Diese verlängern sich rasch im Sinne des Radius und bald werden Anfänge eine Streifung sichtbar. Am Rande treten nun auch tropfenartige Verdickungen auf, die sich nach dem Centrum zu verlängern und bald zu vollkommenen Strahlen ausbilden, so dass man eben das Bild erhält, wie es in Fig. 1 dargestellt ist. Die Ausbildung desselben nimmt je nach den Temperaturen, sowie nach der Menge der aufgebrachten Flüssigkeit sehr verschiedene Zeit in Anspruch, die zwischen wenigen Minuten und einer Viertelstunde schwanken kann.

Von der Seite gesehen hat inzwischen das Ganze die in Fig. 4 versinnlichte Gestalt angenommen.

Der centrale Faden hat sich bis zum Boden herabgesenkt, das verdickte Ende desselben hat sich zuerst wie ein Knopf an dem Boden ausgebreitet und schiebt sich allmälig nach der wärmsten Seite der Wandung, um dort umbiegend wieder nach aufwärts zu steigen.

War die aufgegebene Tintenmenge einigermassen grösser, so hat es auch nicht bei einem Faden sein Bewenden, sondern es treten deren mehrere auf, von denen die mittleren gleich von Anfang an den Weg nach abwärts einschlagen, während die begleitenden mehr seitlich gelegenen sich viel langsamer in gekrümmten Bahnen bewegen, so zwar, dass sie sich zuerst der Axe nähern, dann aber wieder von derselben abwenden. Die gefärbte Masse erhält dadurch unterhalb der Oberfläche eine Einschnürung, der nach abwärts

eine bedeutende scheibenartige Erweiterung folgt, an welche sich alsdann noch weiter unten ein mit der Spitze nach abwärts gekehrter Kegel anschliesst.

Der letztere ist bei grösseren Farbmengen sehr unregelmässig aus vielen einzelnen Fäden bestehend, bei kleineren und bei Vermeidung von Erschütterungen und von störenden Temperatureinflüssen sehr regelmässig. (Fig. 4.)

Sowie seine Spitze am Boden des Glases ankommt, biegt sie um und folgt nun der Bahn des ersten Fadens, der schon früher vorangegangen ist und nie unterbrochen wurde.

Dabei wird die Einschnürung unterhalb der Oberfläche immer stärker und stärker, während die Scheibe, welche die nach oben gekehrte Grundfläche des genannten Kegels bildete, kaum merklich gesunken ist, so dass letztere schliesslich nur durch einen ganz dünnen Faden mit der nun vollkommen farblos gewordenen Oberfläche verbunden ist.

Während der Kegel tiefer und tiefer sinkt, steigt nun die Farbe an den Wänden in kaum sichtbaren Bändern empor, verbreitet sich allmälig an und unter der Oberfläche in wolkenartigen (stratus-artigen) Schichten, aus welchen sich mit der Zeit wieder ein conisches sackartiges Gebilde nach abwärts senkt, um in der Bahn oder neben der Bahn des ersten Kegels ebenfalls langsam herabzusteigen.

Wenn die Temperaturdifferenzen keine bedeutenden sind, so kann dieser Vorgang mehrere Stunden in Anspruch nehmen.

Für die Untersuchung der Vorgänge im Innern der Wassermasse ist es vortheilhaft, nur sehr kleine Farbmengen in Anwendung zu bringen und schadet es keineswegs, wenn diese so gering sind, dass der auf der Flüssigkeit ausgebreitete Tropfen den Rand der Oberfläche nicht mehr erreicht.

Anders wenn man die Strahlenfigur auf der Oberfläche rein und schön erhalten will, dann ist ein Adhäriren der Farbe am Glase unerlässlich.

Man erhält zwar auch in dem ersteren Falle einen

strahligen Stern, aber die Strahlen erscheinen alsdann nur wie Schattenstreifen in einem nach der Peripherie zu verwaschenen Felde und nicht entfernt so scharf und deutlich als wenn sie durch die am Glase emporgezogenen und dann allmälig wieder herabsinkenden und dem Mittelpunkte der Wasserfläche zuströmenden Farbmengen gebildet werden.

Soll dieses Adhäriren am Glase erfolgen, so hat man durch passende Reinigung des Glases schon vorher dafür Sorge zu tragen, dass die Adhäsion zwischen Wasser und Glas eine sehr vollkommene sei, wovon man sich schon durch die blosse Betrachtung der Grenzlinie von Glas und Wasser leicht überzeugen kann.

Nach dieser Einschaltung wollen wir nun zu der Betrachtung der Versuche zurückkehren, und vor Allem jene kennen lernen, welche den Beweis liefern, dass wir in den zu besprechenden Erscheinungen wirklich nur ein Bild der Bewegungen zu erblicken haben, welche in dem Wasser durch Temperaturdifferenzen erzeugt werden.

Dies geht aus den folgenden Versuchen hervor:

1. Ist die Temperatur des Wassers höher als jene der Umgebung, so gibt es im Innern keinen absteigenden Strom. Thatsächlich bildet sich in einem solchen Falle auch der starke Stamm im Innern nicht und ebensowenig die Strahlenfigur an der Oberfläche. Die Farbe begibt sich alsdann von der Mitte dieser Fläche nach der Peripherie und steigt an den Wandungen als dünner Mantel herab.

2. Ist das Wasser kühler als die umgebende Luft, die Wärmezufuhr aber einseitig, so rückt der Stamm nach der kühleren Seite hin. Die Strahlenfigur wird deformirt, jedoch so, dass sie eine Symmetralaxe besitzt, welche in der Ebene der grössten und der geringsten Erwärmung liegt.

3. Die allerkleinste Einseitigkeit in der Wärmezufuhr macht sich in dieser Hinsicht bereits geltend. Die Aus- oder Einstrahlung durch ein mehrere Meter entferntes Fenster

genügt, um die Figur zu orientiren und den absteigenden Stamm aus der geometrischen Axe des Glases zu verdrängen.

Ein Glas voll Eiswasser macht die durch Strahlung bedingte Abkühlung auf mehrere Decimeter hin geltend.

Eine Gasflamme endlich wirkt noch in beträchtlicher Entfernung stark genug, um den absteigenden Strom ganz nach der abgewendeten Seite des Glases hinzudrängen. In diesem Falle zeigen sich auf der Oberfläche nun parallele Streifen, während die farbige Flüssigkeit an der kühlen Seite in Gestalt eines mit Fransen behangenen Tuches herabsinkt.

4. Hat das Gefäss keinen kreisförmigen Querschnitt, so findet die Erwärmung an stärker gekrümmten Stellen rascher statt, als an den minder gekrümmten und muss an solchen Stellen der aufsteigende Strom lebhafter werden.

Dass dies thatsächlich der Fall ist, übersieht man sehr gut bei Anwendung eines Gefässes mit quadratischem Querschnitte und abgerundeten Kanten.

In einem solchen Gefässe zeigen die Strahlen (Fig. 3) keinen so einfachen Verlauf als man wohl erwarten sollte, sondern sie haben Wendepunkte, die wie man leicht sieht einfach davon herrühren, dass an den Kanten stärker aufsteigende Ströme vorhanden sind, welche die Strahlen dort auseinander drängen.

5. Den Einfluss solcher stärker aufsteigenden Ströme sieht man sehr deutlich, wenn man die Erwärmung beschleunigt. Stellt man z. B. ein Becherglas voll Wasser wie es aus dem Brunnen kommt d. h. von der Temperatur des gewöhnlichen Trinkwassers in ein niedriges Gefäss, das mit lauwarmem Wasser von etwa 30° gefüllt ist, so wird der an der Wand aufsteigende Strom viel zu lebhaft, als dass die Ausbildung einer Strahlenfigur wie Fig. 1 noch möglich wäre. Es theilt sich vielmehr alsdann das ganze Gefäss in etwa 6 bis 8 Fächer, deren jedes für sich seinen eigenen Kreislauf hat und die nun eine gemeinschaftliche Axe besitzen.

6. Besonders hübsch ist der Versuch, wenn man zuerst eine gleichseitige Erwärmung einleitet, wie sie sich einfach durch den Einfluss der wärmeren Zimmerluft auf kälteres Wasser bildet und wenn man alsdann plötzlich eine einseitige Erwärmung eintreten lässt. Gesetzt es habe sich der Fig. 4 versinnlichte Zustand ausgebildet, so genügt eine kurze Berührung mit der warmen Hand, um diesen Zustand zu stören, den starken Stamm zur Seite zu biegen und jenes Bild zu erhalten, wie es in Fig. 5 wiedergegeben ist.

Diese Versuche mögen hinreichen, um die Ueberzeugung zu erwecken, dass man es hier thatsächlich mit Strömungen zu thun hat, die durch die Erwärmung und Abkühlung hervorgerufen werden und dass die Beschaffenheit der Farbe, welche gewissermassen als Reagens für diese Ströme gilt, nur in zweiter Linie in Betracht kommt.

Ganz gleichgiltig ist sie jedoch durchaus nicht, nimmt man z. B. an Stelle der hektographischen Tinte sogenannte Alizarincopirtinte, so erhält man anstatt der aus gröberen, radspeichenartigen Strahlen zusammengesetzten Figur eine andere, die aus vielen ganz feinen Strahlen besteht, die unter sich wieder gruppenweise zu Blättern vereinigt sind, wie es in Fig. 2 versinnlicht ist.

Auch die Fäden im Innern zeigen einen etwas anderen Charakter insbesondere eigenartig gestaltete Köpfe, je nach der Art der in Anwendung gebrachten Flüssigkeit.

Im Grossen und Ganzen aber bleiben die Erscheinungen doch dieselben, vor Allem zeigen sie immer jene enorme Empfindlichkeit gegen thermische Einflüsse, so dass sie sich zu Versuchen über Wärmestrahlung als empfindliches Thermoskop benutzen lassen, und besonders bei Vorlesungen in vielen Fällen mit Vortheil an die Stelle der Thermosäule treten können.

Herr Voit legt eine in seinem Laboratorium von Herrn Privatdozenten Dr. M. Rubner ausgeführte Abhandlung vor:

„Ueber calorimetrische Untersuchungen."

Die Kenntniss der Verbrennungswärme jener Stoffe, welche für die Physiologie der thierischen Wärme von grosser Bedeutung sind, hatte erst eine ausgedehnte Bereicherung erfahren, als Frankland mit einem von Thompson angegebenen Calorimeter Bestimmungen des Kraftvorraths der Nahrungsstoffe und einiger im Körper vorkommender Zersetzungsprodukte des Eiweisses (Harnstoff, Harnsäure)[1]) ausgeführt hatte. Das Verfahren besteht kurz in folgendem:

Die Substanz wird mit einer entsprechenden Menge von $ClO_3K$ und Braunstein gemischt und sozusagen mit festem O verbrannt.

Diese Versuche Franklands haben die Anschauung über die Kraftvorräthe einzelner Nahrungsstoffe entschieden gefördert und namentlich die Frage, ob Eiweisskörper in der Regel die ausschliessliche Quelle der Muskelkraft sein können, mit entscheiden helfen.

Doch sind nahezu 20 Jahre vergangen, ehe von anderer Seite mit der nämlichen Methode gearbeitet worden ist.

1) Irrthümlicher Weise wird zumeist die ganze Hippursäure auch als ein Stoff, welche mit dem Harnstoff und der Harnsäure gleichzeitig (also als Abfallsprodrukt des Eiweisses) zu nennen ist, angesehen.

Endlich hat dann Stohmann dieselbe wieder aufgegriffen und berechtigte Einwände gegen die ursprüngliche Ausführung von Frankland gemacht. Einen Hauptfehler wollte er in dem Mangel einer Kontrole für die völlige Zersetzung der Substanzen sehen und er schlug vor, bei jeder Verbrennung unmittelbar zu bestimmen, wie viel Chlorkalium in Lösung gegangen sei, und nach einigen Stunden durch eine zweite Titrirung zu erweisen, dass wirklich alles $ClO_3K$ in ClK übergegangen sei, d. h. die Verbrennung eine völlige wäre. Ein weiterer Einwand Stohmanns war dann der, dass die Wandungen des Cu-Cylinders theilweise mit (zu CuO) verbrannten und dass namentlich N-haltige Stoffe ohne besondere Vorsichtsmaassregeln nicht völlig in die Endprodukte $OH_2$, $CO_2$ und N zu verbrennen seien, sondern dass auch O-haltige N-Verbindungen aufträten.

Dies sind Fehler, welche in jedem einzelnen Versuche von verschiedener Grösse waren und deren Einfluss auf das Endresultat sich nicht einmal nachträglich schätzen liess. Sie fallen nicht alle in dieselbe Richtung.

Die Resultate wurden zu hoch:

1. durch die Verbrennung des Cu der Patrone,

2. durch die nicht völlige Lösung des Chlorkaliums, welches ja die Endtemperatur hätte erniedrigen müssen, wenn es sich gelöst hätte,

3. bei N-haltigen Stoffen durch gewisse Oxydationsstufen des N und die Bildung von Cu-Salz.

Zu niedrig wurden die Resultate:

1. durch die Unvollständigkeit der Verbrennungen,

2. durch die als Gas entweichende Untersalpetersäure.

Diesen hier gemachten Einwänden begegnete Stohmann durch bestimmte Modifikationen der Methode: In jedem einzelnen Versuche wurde das in Lösung gegangene ClK bestimmt, und einige Stunden nach der Verbrennung geschah durch erneute Titration der Nachweis der völligen Zersetzung

des $ClO_3K$ und somit der Nachweis der kompleten Zersetzung der Substanz: ausserdem ist an Stelle einer Kupferpatrone eine solche von Platin zur Anwendung gekommen. Die Bildung von Oxydationsstufen des N aber soll durch Zusatz von N-freien Stoffen hoher Verbrennungswärme und Verlangsamung der Verbrennung durch Bimstein vermieden werden können.

Stohmanns Schüler Rechenberg hat mit dieser modifizirten Methode Franklands viele Bestimmungen an N-freien Körpern ausgeführt, wobei sich höhere Zahlen als bei Frankland ergaben: so fand z. B. Frankland für 1 gr Stärke 4010 cal, Rechenberg 4479, also + 11,6 %; noch grösser ist die Differenz bei Rohrzucker, nämlich 3348 nach Frankland, 4173 nach Rechenberg, also + 20 %.

Danilewsky hat bald nach Rechenberg Versuche mitgetheilt, welche anscheinend nach denselben Regeln wie die Rechenberg'schen ausgeführt sind. Er hat für Fett, für einige Eiweisskörper und den Harnstoff Werthe angegeben, welche ebenso wie die Rechenbergs für die N-freien Substanzen höher waren, als die ursprünglichen Frankland'schen. Ochsenfett lieferte nach Frankland 9069 cal, nach Danilewsky 9686, = + 6,7 %. Harnstoff 2206 nach Frankland, 2537 nach Danilewsky, also + 15,0 %.

Es konnte nach diesen Versuchen also als entschieden betrachtet werden, dass die Fehler in der Methodik Franklands so fielen, dass seine Werthe im Allgemeinen zu niedrig wurden.

Ich hatte nun an Thieren die Vertretungswerthe der einzelnen organischen Nahrungsstoffe untersucht und es stellte sich, wie früher in diesen Berichten mitgetheilt worden ist, heraus, dass die direkt am Thier gewonnenen Zahlen und diejenigen, welche man erhält, wenn man Nahrungsstoffe gleichen Spannkraftinhalts vergleicht, nahezu identisch sind, d. h. dass sich eben die Nahrungsstoffe nach ihren Verbrennungswärmen vertreten.

Eine ganz völlige Uebereinstimmung bestand allerdings nicht, allein die Differenzen betrugen nur 5 %, so dass man also bei der Schwierigkeit der Untersuchung mit diesem Resultate im höchsten Grad befriedigt sein konnte.

Während für Stärke, Rohrzucker, Traubenzucker, sowie für das Fett direkte Bestimmungen der Verbrennungswärme vorlagen, konnte leider die Verbrennungswärme des Fleisches, das als hauptsächlichster Repräsentant der Eiweisskörper gefüttert worden war, nur unvollkommen berechnet werden, weil keine Bestimmungen der Verbrennungswärme des Fleischeiweisses vorlagen; es schien aber die Berechtigung nach den vorliegenden Zahlen Danilewskys zu rechnen um so zulässiger, als die Werthe der von ihm untersuchten thierischen Eiweisskörper nur wenig unter einander abweichen.

Bei genauer Durchsicht der calorimetrischen Literatur und der Versuche Danilewskys, dessen Zahlen ich für das Fett, für Harnstoff und die Eiweisskörper benützt habe, musste ich mich überzeugen, dass eine erneute calorimetrische Untersuchung der von Danilewsky angegebenen Werthe nicht zu umgehen war. Die Zahlen Danilewskys zeigen nämlich bei vielen Stoffen so bedeutende Differenzen in den Einzelbestimmungen, dass man zur Annahme gezwungen war, es handle sich dabei zum Theil um unvollständige Verbrennungen.

So z. B. finden sich in den Einzelbestimmungen bei Eiweisskörpern 5 %, bei Pepton 8 %, bei Fett 6 %, bei Harnstoff aber 17 % Differenzen. Die Differenzen sind so gross, dass selbst die alten Frankland'schen Werthe viel übereinstimmender waren, denn dieser fand bei Ochsenmuskel 1 %, bei Harnsäure 2 %, bei Harnstoff 8 % Unterschied zwischen Minimum und Maximum.

Ich habe mich daher veranlasst gesehen, direkte Versuche über die Verbrennungswärme der in Frage kommenden Stoffe anzustellen, namentlich aber auch die Verbrennungswärme der Fleischeiweisskörper in Untersuchung zu nehmen.

Wenn [illegible] angenommen werden muss, dass die Zahlen [illegible] nicht exakt sind, so ändern sich die Verhältnisse doch nicht so beträchtlich, dass an meiner früher gezogenen Schlussfolgerung etwas zu ändern wäre.

Allein die Thermometer sind so genau und exakt anzustellen, dass eine grössere Genauigkeit auf Seite der calorimetrischen Methode gefordert werden muss, als Danilewsky's Zahlen darstellen.

Bei meinen calorimetrischen Versuchen bin ich nun im Wesentlichen so verfahren, wie Stohmann und Rechenberg angegeben haben. Es sei daher im Folgenden nur die Verschiedenheit in ihrem und meinem Verfahren hervorgehoben, nicht aber das Gemeinsame angegeben. Die ursprünglich von Frankland empfohlene kupferne Taucherglocke ist beibehalten worden. Die von Stohmann empfohlene Platin-röhre, die ich herstellen liess, habe ich nur bei meinen ersten Bestimmungen angewendet.

Die Platinhülse hat nämlich verschiedene Unbequemlichkeiten. Die Oeffnungen müssen bei jedem Versuche mit Asbestplättchen verkeilt werden, was eine Correctur des Endresultates bedingt, die Verbrennung in der Hülse ist unkontrolirbar, das Einführen des Zündfadens, besonders bei kleinen Mengen von Substanz, ist erschwert, das Anzünden unbequem, das Verfolgen des [illegible] der glimmenden Zündschnur schwierig; es ist ferner unvermeidlich, dass von der glimmenden Zündschnur Wärme an die Platinhülse abgegeben wird, dass sich namentlich bei Zusatz von Bimstein schlackenartige Massen während der Verbrennung bilden, welche den Gasen den Austritt nicht gestatten, wodurch dann hohe Gasspannung und endlich ein kräftiger Stoss erfolgt, bei welchem in der Regel etwas unzersetzte Substanz mit herausgeschleudert wird.

Alle diese Unannehmlichkeiten umgeht man, wenn an

Stelle des Platincylinders dünnwandige Glascylinder zur Aufnahme der Substanz verwendet werden.

Ich lasse sie in verschiedenen Weiten herstellen (je nach der Menge des zuzusetzenden Bimsteins). Die Glascylinder schneidet man sich noch vor Verwendung mit einem Diamanten (von der inneren Wandung aus) gehörig zu. Die Glascylinder werden durch eine am Boden des Mischers angebrachte höchst einfache Vorrichtung gehalten. Ein Messingblechcylinder wird aufgeschnitten und dann mit Erhaltung eines 1 cm hohen Randes drei nicht zu hohe Zinken ausgeschnitten. In dem reifförmigen Ansatz des Mischers bekömmt dann dieser seinen Halt. Der reifförmige Ansatz ist durchbohrt und besitzt eine Schraube, welche auf den Rand des die Zinken tragenden Messingcylinders drückt und diese beliebig verstellen lässt. Von den Zinken wird die Glasröhre mit der Verbrennungsmischung gehalten, damit sie aber nicht zwischen denselben bis zum Boden des Mischers hinabgleite — denn gar zu fest dürfen die Zinken das Glas nicht fassen — stellt man einen kleinen Messingcylinder von 1 cm Höhe in den von den Zinken begrenzten Raum. Auf ersterem ruht alsdann die Kuppe des Glascylinders.

Ich habe niemals beobachtet, dass, wie man etwa denken könnte, ein Glasstück des Cylinders abspringt und dadurch der Versuch misslingt, vielmehr schreitet das Schmelzen des Glases gerade so fort, wie die Verbrennung der Substanz; ergeben sich irgendwie Widerstände für das Entweichen der Gase, so bildet sich in dem schmelzenden Glase eine Blase, welche platzt, und so ohne einen Stoss zu erzeugen den Gasen den Austritt gestattet. Bei dem Zutretenlassen von Wasser zerfällt das Glas meistens in ganz kleine Stücke, so dass der Lösung des Chlorkaliums nichts im Wege steht.

Stohmann hat namentlich darauf aufmerksam gemacht, dass N-haltige Körper nur schwierig vollständig in $CO_2$, $OH_2$ und N verbrennen, immer entsteht auch Geruch von

[illegible]. Er meinte, wenn man den N-haltigen Stoffen [illegible] Stoffe von [illegible] Wärmewerthes zusetze, z. B. [illegible] der Naphthalin, und wenn man namentlich nur geringe Substanzmengen verbrenne, Bimstein zusetze und die Verbrennung sehr verlangsame, so lasse sich dieser Uebelstand vermeiden.

Ich habe mich nun durch Versuche überzeugt, dass man thatsächlich durch Stohmanns Verfahren die Verbrennung so leiten kann, dass kein [illegible] mehr nach $NO_2$ mehr auftritt. Dagegen ist aber der Schluss Stohmanns, dass man kann, wenn die entweichenden Gase nicht mehr nach Untersalpetersäure riechen, auch überhaupt die Bildung von Oxydationsstufen des N vermieden habe, ganz streng genommen nicht richtig.

Wie ich nachzuweisen in der Lage war, wird jederzeit auch bei Verbrennung N-freier Körper etwas salpetrige Säure und Salpetersäure gebildet. Diese Anfangs paradox erscheinende Thatsache findet ihre Erklärung darin, dass der in der Verbrennungsglocke und zwischen den Theilchen der Verbrennungssubstanz befindliche atmosphärische N zum Theil oxydirt wird, Untersalpetersäure bildet, die dann im Wasser in $NO_2H$ und $NO_3H$ zerfällt. Auch bei Verbrennung von N-freien Stoffen finden sich Spuren von Cu im Calorimeterwasser gelöst.

Die Bildung von Oxydationsstufen des N bei Verbrennung N-freier Stoffe ist ganz gering, und kommt für die Berechnung des Verbrennungswerthes der Substanz nicht in Betracht, aber es ist von theoretischem Interesse, dass sie doch einmal besteht.

Es ist demgemäss also auch begreiflich, warum niemals bei N-haltigen Stoffen eine glatte Zersetzung von $CO_2$, $OH_2$ und N getroffen wird. Unter den von Stohmann angegebenen Verhältnissen ist die Bildung von Oxydationsstufen des N äusserst gering.

In meinen Versuchen ist bei jeder einzelnen Substanz untersucht worden, wie viel von Oxydationsprodukten des N auftritt.

Während der Verbrennung bildet sich bei der hohen Temperatur und dem O-Ueberschuss zuerst Untersalpetersäure, welche wie bekannt von Wasser leicht absorbirt wird. Im Wasser selbst zerfällt sie in $NO_2H$ und $NO_3H$. Letzteres greift dann die Kupferwand der Taucherglocke[1]) an. Die Resultate der Verbrennung N-haltiger Körper werden durch diese Processe modifizirt. Die Oxydation des Cu zu $(NO_3)_2$ Cu erzeugt eine positive Wärmetönung, dessgleichen die Bildung gelöster $NO_3H$; die Bildung gelöster $NO_2H$ erfolgt dagegen unter schwacher Wärmeabsorption. Da man nun im Allgemeinen die Verbrennung so leitet, dass kein Geruch nach Untersalpetersäure auftritt, kann man durch Bestimmung des gelösten Cu, der $NO_2H$ und $NO_3H$ den Correctionswerth herstellen.

Ich habe mich durch Controlversuche überzeugt, dass dann, wenn durch den Geruch keine Untersalpetersäure nachzuweisen ist, wirklich die Menge der gebildeten Oxydationsstufen des N sich durch die alleinige Untersuchung des Calorimeterwassers ausführen lässt.

Zur Ermittlung dieser Thatsache wurde von dem Calorimeterwasser ein Theil sofort nach der Verbrennung mit Barytwasser bis zur deutlich alkalischen Reaktion versetzt, dann $CO_2$ eingeleitet, abfiltrirt, das Filtrat eingedampft und in einen kleinen Kolben gebracht. Zum weiteren Nachweis der $NO_3H + NO_2H$ wurde das Schlösing'sche Verfahren eingeschlagen. Die wie gesagt schon stark eingedampfte Flüssigkeit wurde noch weiter bis auf 8—10 cc. eingedickt. Die damit verknüpfte kräftige Dampfentwicklung reinigte den Apparat von dem O der Luft; sodann wurde die Flamme wegge-

1) Erst nach einigem Stehen wird Mangan gelöst.

nommen. Durch die bei der Abkühlung entstehende Druckverminderung wurde dann ClH-haltige Eisenchlorürlösung eingesaugt, darauf wurde mit ClH nachgespült, wieder erhitzt und die Gase (NO) in einen mit Kalilauge beschickten Bunsen'schen Gasometer übergetrieben. Nach dem Stillestehen der Gasentwicklung wurde das NO-Gas in einer Messröhre unter Wasser gemessen.

Ausserdem wurde in einem zweiten Versuche die Hälfte der zu dem ersten Versuche verwendeten Substanz unter Umständen verbrannt, welche eine völlige Sammlung der entwickelten Gase gestattete. Dazu diente zunächst ein messingenes Gefäss mit luftdicht aufzusetzendem Deckel, wie es Rechenberg zu Controlbestimmungen benützt hatte, welch' letztere den Zweck hatten, zu zeigen, dass in der That sämmtlicher C bei der Frankland'schen Methode als $CO_2$ auftritt.

Das genannte messingene Gefäss hat ein gasdicht verbundenes Gasleitungsrohr. Dieses vermittelte die Verbindung mit einem Gummibeutel, in welchen vor Beginn des Versuches etwas Barytwasser eingebracht worden war. Nach der Verbrennung wurden zunächst die Gase im Gummibeutel ordentlich durchgeschüttelt, der Apparat in allen Theilen gut ausgewaschen, die Flüssigkeiten vereinigt, alkalisch gemacht, $CO_2$ eingeleitet und dann weiter behandelt wie im ersten Falle.

Die Zahlen, welche in den beiden Versuchen erhalten wurden, deckten sich völlig.

Es ist demnach festgestellt, dass die Untersuchung des Calorimeterwassers allein bei richtig geleiteter Verbrennung die Menge der gebildeten Oxydationsstufen des N angibt.

Nachdem also Weg und Methode festgestellt war, galten die Bestimmungen zunächst jenen Stoffen, welche für die physiologische Betrachtung die wichtigsten sind; vorerst also der Bestimmung der Verbrennungswärme des Fettes, und

namentlich der Bestimmung des effektiven Wärmewerthes der Eiweisskörper des Fleisches und dann des Fleisches selbst.

Ich bin aber dabei wesentlich anders vorgegangen, als diess bisher geschehen ist. Bei Betrachtung der Wärmeentwicklung aus Eiweiss hat man allgemein angenommen, das Eiweiss spalte sich beim Säugethier in einen N-freien Rest und in Harnstoff. Diese Anschauung ist streng genommen nicht richtig. Auch bei reiner Eiweissfütterung habe ich gefunden, dass der C-Gehalt des Harns merklich höher ist, als derselbe sein sollte, wenn nur Harnstoff entleert worden wäre. Der N-Gehalt der organischen Bestandtheile des trocknen Harnes ist niedriger als der des Harnstoffs, nämlich 42—43 % statt 46,6 %. Es werden also auch noch andere kohlenstoffreichere Materien im Harn entleert.

Ich habe zu jeder Tageszeit in letzterem Indoxylschwefelsäure und Kreatinin gefunden; ausserdem Phenol und Kynurensäure. Die Verbrennungswärme dieser Körper, die neben anderen nicht so leicht nachweisbaren Stoffen sich im Harn nach Fütterung mit reinem Eiweiss vorfinden, müsste also auch von der des Eiweisses abgezogen werden. Es lässt sich also, wie man sieht, eine richtige Bestimmung des effektiven Wärmewerthes der Eiweisskörper im Thierkörper nur dann durchführen, wenn die Verbrennungswärme des bei Fütterung mit denselben entleerten Harnes ausgeführt wird. Da im Allgemeinen die Stoffe aber nicht im trockenen Zustande entleert werden, sondern wasserhaltig, so musste eine ganz exakte Bestimmung auch berücksichtigen, mit welcher Wärmetönung diese Stoffe sich in Wasser lösen. Für den Harnstoff habe ich diess bereits durchgeführt.

Ausser dem Harn tritt aber noch ein Abfallsprodukt des Eiweisses auf: der Koth. Letzterer muss unter normalen Verhältnissen (beim Hund) als Zersetzungsprodukt der Eiweissstoffe im Körper, nicht aber etwa als der unresorbirte Theil derselben angesehen werden.

Eine strenge Bestimmung der Verbrennungswärme der Eiweisskörper im Thierorganismus setzt also voraus die Kenntniss der Verbrennungswärme des Eiweisses, sowie die von Koth und Harn — also die der Abfallprodukte, wie man die beiden letzteren nennen könnte.

Schwierigkeiten setzte der Untersuchung die leichte Zersetzbarkeit des Harnes beim Trocknen entgegen. Jeder Harn — je nach dem Salzgehalt mehr oder weniger — zersetzt sich bekanntlich unter Abgabe von $CO_2$ und $NH_3$. Das Trocknen unter der Luftpumpe ist bei grösseren Harnmengen undurchführbar. Ich habe daher stets eine grössere Menge Harns einfach auf Bimstein getrocknet, eine kleine dagegen im wasserfreien Luftstrom mit vorgelegter $SO_4H_2$ zur Absorption von $NH_3$.

Was die grössere Portion zu wenig an Gewicht gab, konnte nur als zersetzter Harnstoff gerechnet werden.

Es musste also auch die Verbrennungswärme des Ur bestimmt werden. Dieselbe wurde auf zwei Wegen ausgeführt. Zunächst geschah sie mit der Frankland'schen Methode, wobei ich gleich bemerken kann, dass derartige Unregelmässigkeiten, wie bei den Zahlen Danilewskys, nicht aufgetreten sind. Minimum und Maximum differiren nur um 2,7%.

Dann schien es mir nothwendig, die erhaltenen Werthe auf einem völlig von diesem verschiedenen Wege zu kontroliren.

Der Harnstoff zersetzt sich bekanntlich mit BrOK nach der Gleichung

$$CON_2H_4 + 3\,BrOK = CO_2 + 2\,H_2O + 2\,N;$$

es ist diess also, wenn man so sagen will, eine Verbrennung auf nassem Wege. Jeder einfache Vorversuch überzeugt, dass die Reaktion in der That unter bedeutender Wärmeentwicklung verläuft.

Ich habe mir daher ein passendes Calorimeter hergestellt, welches mit Bromlauge gefüllt wurde. Die spezifische

Wärme meiner Bromlauge ist durch eigene Versuche bestimmt. Nicht aller Harnstoff wird bei dieser Reaktion zersetzt. Man muss also aus der Gasentwicklung berechnen, wie viel Harnstoff zerlegt worden ist.

Der Ablauf des Processes ist nothwendig ein ganz anderer als im Frankland'schen Calorimeter. Die direkt gefundene Wärmemenge gibt nicht unmittelbar die Verbrennungswärme des Harnstoffs, sondern eine viel höhere Zahl.

Bei der Zersetzung von BrOK zu BrK wird ebenso wie bei Zersetzung von $ClO_3K$ zu ClK + 3O Wärme frei, welche sich aus folgenden Gleichungen ergibt.

$$3\,Br_2 + 3\,K_2O = 3\,BrOK + 3\,BrK = 57600 \text{ cal}$$

und $$3\,Br_2 + 3\,K_2O = 3\,O \quad + 6\,BrK = 74400 \text{ cal}$$

demnach $$+ 3\,O = 16800 \text{ cal.}$$

Dieser Wärmewerth muss demnach nach Maassgabe des bei der Reaktion verbrauchten O berücksichtigt werden.

Bei der Zerlegung mit BrOK tritt aber ferner dadurch, dass sämmtliche $CO_2$ von der Kalilauge absorbirt wird, gleichfalls zu viel Wärme auf. Ausserdem bleibt sonach zu berücksichtigen, dass die Verbrennungswärme mit BrOK mit gelöstem Harnstoff ausgeführt wurde, demnach um die bei der Lösung erfolgte Wärmebindung zu hoch erscheinen musste.

Berücksichtigt man aber

1. die Zersetzungswärme des BrOK,
2. die Neutralisationswärme der $CO_2$,
3. die Lösungswärme der $\overset{+}{Ur}$,

so erhält man Resultate, die mit den im Frankland'schen Calorimeter gefundenen sehr wohl übereinstimmen.

Die Verbrennungswärme des Harns, der auf Bimstein getrocknet war, machte in den meisten Fällen keine besonderen Schwierigkeiten, dessgleichen bietet der Koth zu weiteren Bemerkungen keinen Anlass.

Die Verbrennungswärme des Eiweisses im Thierkörper ergibt sich sonach

1. aus der direkten Beobachtung der Verbrennungswärme des trocknen Eiweisses (auch hier muss in eigenen Versuchen die Wärmetönung durch das Quellen im Wasser bestimmt werden),

2. aus den Abfallprodukten
   a) dem auf Bimstein getrockneten Harn,
   b) dem bei der Trocknung zersetzten Harnstoff,
   c) der Verbrennungswärme des Kothes.

Ebenso wie die Verbrennungswärme des Fleischeiweisses ist auch der effektive Werth des unveränderten Fleisches, sowie der bei Hunger auftretenden Abfallprodukte bestimmt worden.

Im Verlauf der experimentellen Arbeit habe ich immer Gelegenheit gehabt, mich aufs Allerbestimmteste davon zu überzeugen, dass die Zahlen Danilewsky's sich auf unvollkommene Versuche beziehen.

## Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften.

(Januar bis Juni 1884.)

*Von der K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:*

Verhandelingen. Afd. Natuurkunde. Deel 23.
Verslagen en Mededeelingen. Afd. Natuurkunde. Deel 18.

*Von der Société d'études scientifiques in Angers:*

Bulletin XII^e^ u. XIII^e^ années 1882—1883. 1884. 8°.

*Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:*

27. Bericht 1883. 1883. 8°.

*Von der Johns Hopkins University in Baltimore:*

American Chemical Journal. Vol. 6. 1884. 8°.
American Journal of Mathematics. Vol. VI. 1883. 4°.

*Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:*

Berichte. 17. Jahrgang. 1884. 8°.

*Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:*

Verhandlungen. Bd. XIV. 1884. 8°.

*Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:*

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1880. XXXVI. Jahrg. 1883. 8°.

*Von der Redaktion der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:*

Zeitschrift für Instrumentenkunde 1884. 1884. 8°.

*Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:*

Garten-Zeitung. Jahrgang 1883. 1883. 8°.
Verzeichniss der Mitglieder. 1884. 8°.

*Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern:*

Mittheilungen 1883. 1883. 8°.

*Von der Philosophical Society in Birmingham:*

Proceedings. Vol. III. 1882—83. 8°.

*Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:*

Bulletin 1884. 1884. 8°.

*Von der Société Linnéenne in Bordeaux:*

Actes. Vol. 36. 1882. 8°.

*Von der Boston Society of Natural History in Boston:*

Proceedings. Vol. XXII. 1883. 8°.

*Vom naturforschenden Verein in Brünn:*

Verhandlungen. Bd. XXI. 1883. 8°.

*Von der Académie de médecine in Brüssel:*

Bulletin. Année 1884. Tom. 18. 1884. 8°.

*Von der Société entomologique in Brüssel:*

Annales. Tom. 27. 1883. 8⁰.

*Vom Geological Survey Office in Calcutta:*

Memoirs. Vol. XXII. 1883. 4⁰.
Records. Vol. XVI. 1882—83. 4⁰.
Palaeontologia Indica. Serie X, XII, XIII. 1882—83. Fol.
Records. Vol. XVII. 1884. 8⁰.

*Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:*

Report on the Meteorology of India in 1881, by Henry F. Blanford. VII[th] year. 1883. Fol.
Report of the Administration 1882—83. 1883. Fol.

*Vom Museum of Comparative Zoology in Cambridge, Mass.:*

Annual Report of the Curator for 1882—83. 1883. 8⁰.
Memoirs. Vol. X. 1883. 4⁰.

*Von der American Medical Association in Chicago:*

Journal. Vol. II. 1883—84. 8⁰.

*Von der Kgl. Norwegischen Universität in Christiania:*

Études sur les mouvements de l'atmosphère par C. M. Guldberg et H. Mohn. Partie II. 1880. 4⁰.
Krystallographisk-chemiske Undersögelser af Th. Hiortdahl. 1881. 4⁰.
Silurfossiler af Hans H. Reusch. 1882. 4⁰.
Die silurischen Etagen 2 und 3 von W. C. Brögger. 1882. 8⁰.
Die Anämie von L. Laache. 1883. 8⁰.
Archiv for Mathematik og Naturvidenskab. Bd. 6, 7, 8. 1881 bis 1883. 8⁰.

*Von der Norske Gradmaalings-Kommission in Christiania:*

Vandstands observationer. 2 Hefte. 1883. 4°.

*Vom Observatory in Cincinnati:*

Publications. 7. Observations of Comets 1880—82. 1883. 8°.

*Von der Academia nacional de ciencias in Córdoba (Rep. Argent.):*

Actas. Vol. V. Buenos-Aires. 1884. 4°.
Boletin. Vol. II. Córdoba & Buenos-Aires. 1875—82. 8°.
Boletin. Vol. VI. Buenos-Aires. 1884. 8°.

*Von der Union géographique du Nord de la France in Douai:*

Bulletin 5e année 1884. 8°.

*Vom Verein für Erdkunde in Dresden:*

18.—20. Jahresbericht. 1883. 8°.

*Von der Gesellschaft Pollichia in Dürkheim a. d. H.:*

XL.—XLII. Jahresbericht. 1884. 8°.

*Von der Botanical Society in Edinburgh:*

Transactions and Proceedings. Vol. XV. 1884. 8°.

*Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:*

68. Jahresbericht 1882/83. 1884. 8°.

*Von der physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen:*

Sitzungsberichte. 15. Heft. 1883. 8°.

*Von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a./M.:*

Bericht 1882—83. 1883. 8⁰.

*Von der Thurgauischen naturforsch. Gesellschaft in Frauenfeld:*

Mittheilungen. Heft 5, 6. 1882—84. 8⁰.

*Von der Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:*

Mémoires. Tom. 28. 1882—1883. 4⁰.

*Von der Sternwarte in Genf:*

Résumé météorologique de l'année 1882 pour Genève et le Grand Saint-Bernard par A. Kammermann. 1883. 8⁰.

*Von der Natuurwetenschappelijk Genootschap in Gent:*

Natura. Maandschrift. Jahrgang II. 1884. 8⁰.

*Vom University Observatory in Glasgow:*

Catalogue of 6415 Stars for de Epoch 1870 by Robert Grant. 1883. 4⁰.

*Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:*

Mittheilungen. Heft XX. Jahrgang 1883. 1884. 8⁰.

*Von der Redaktion des Archivs der Mathematik und Physik in Greifswald:*

Archiv der Mathematik und Physik. II. Reihe. Theil I. Leipzig 1884. 8⁰.

*Vom naturwissenschaftlichen Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:*

Mittheilungen. 15. Jahrgang. Berlin 1884. 8⁰.

*Von der K. Niederländ. Regierung im Haag (durch die Gesandtschaft in Berlin):*

Description géologique et topographique d'une partie de la côte d'ouest de Sumatra par l'ingénieur aux Indes Néer-landaises R. D. M. Verbeek. Amsterdam 1883. Fol. Atlas.

Topograph. en geologische Beschrijving van Sumatra's Westkust door R. D. M. Verbeek. Batavia 1883. 8°.

*Von der Kaiserlich Leopoldino-Carolinischen D. Akademie der Naturforscher in Halle:*

Leopoldina Heft XX. 1884. 4°.

*Vom naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a./S.:*

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. LVII. 1884. 8°.

*Von der Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:*

Observations météorologiques. Vol. VIII. Année 1880. 1883. 8°.

*Vom naturwissenschaftl. medicin. Verein in Innsbruck:*

Berichte. XIII. Jahrgang 1882/83. 1883. 8°.

*Vom naturhistorischen Landesmuseum in Klagenfurt:*

Jahrbuch. Heft XVI. 1884. 8°.

Bericht über die Wirksamkeit des Landesmuseums 1883. 1884. 8°.

Diagramme der magnet. und meteorologischen Beobachtungen zu Klagenfurt von F. Seeland. Dezember 1882 bis November 1883. Fol.

*Von der K. K. Akademie der Wissenschaften in Krakau:*

Pamiętnik przyrod. Tom. 8. 1883. 4°.

Rozprawy przyrod. Tom. 10. 1883. 8°.

Fizyjografija. Tom. 17. 1883. 8⁰.
Pomniki prawne. Tom. 7ᵇ. 1882. 4⁰.
Korzon. Tom. 2. 1883.
Zebrawski, Stownik technolog. 1883. 8⁰.
Antropol. Tom. 7. 1883. 8⁰.

*Von der Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:*

Bulletin. 2. Série. Vol. XIX, Nr. 89. 1883. 8⁰.

*Von der k. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:*

Berichte: Mathematisch-physische Classe 1882. 1883. 8⁰.

*Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:*

Mittheilungen 1883. 1884. 8⁰.

*Von der Astronomischen Gesellschaft in Leipzig:*

Publicationen. Nr. XVII. 1883. 4⁰.
Vierteljahresschrift. 19. Jahrgang. 1884. 8⁰.

*Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:*

Sitzungsberichte. 10. Jahrgang 1883. 1884. 8⁰.

*Von der R. Astronomical Society in London:*

Monthly Notices. Vol. 44. 1883. 8⁰.
Memoirs. Vol. 47. 1882–83. 4⁰.

*Von der Chemical Society in London:*

Journal 1884. 1884. 8⁰.

*Von der Geological Society in London:*

The quarterly Journal. Vol. XXXIX. 1883. 8⁰.
List of the Fellows Nov. 1st, 1883. 8⁰.

*Von der Medical and chirurgical Society in London:*

Transactions II. Serie. Vol. 48. 1883. 8°.

*Von der Zoological Society in London:*

Catalogue of the Library of the zoological Society. 1884. 8°.

*Von der Linnean Society in London:*

Journal. Zoology Vol. 17. Botany Vol. 20. 1882—83. 8°.
Proceedings. Nov. 1880 to June 1882. 1883. 8°.
List of the Members 1881, 1882. 1881—82. 8°.

*Von der R. Microscopical Society in London:*

Journal Ser. II. Vol. IV. 1884. 8°.
List of Fellows. 1884. 8°.

*Von der Société géologique in Lüttich:*

Annales. Tom. IX. 1881—82. 8°.

*Von der Société d'agriculture in Lyon:*

Annales, V. Série tom. 5. 1882. 1883. 8°.

*Vom Meteorological Reporter of the Government of Madras in Madras:*

Administration Report for the years 1881—82 and 1882 to 83. 8°.

*Vom Reale Istituto Lombardo di Scienze in Mailand:*

Atti della fondazione scientifica Cagnola. Vol. VII. 1882. 8°.

*Vom R. Osservatorio di Brera in Mailand:*

Pubblicazioni No. XVII. 1884. 4°.

*Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:*

Jahresbericht für die Jahre 1878—82. 1883. 8°.

*Von der Royal Society of Victoria in Melbourne (Austr.):*

Transactions Vol. XIX. 1883. 8.

*Vom Geological and Natural History Survey of Canada in Montreal:*

Report of Progress 1880—81—82. 1883. 8°.
Catalogue of Canadian Plants, by J. Macoun. Part. I. 1883. 8°.
Maps to accompany Report of Progress 1880—81—82. 1883. 8°.

*Von der zoologischen Station in Neapel:*

Mittheilungen Band IV, Heft 4 und Band V. Leipzig 1883 bis 84. 8°.

*Vom North of England Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:*

Transactions Vol. 32 und 33. 1882—83. 8°.

*Von der Redaction des Americ. Journal of Science in New-Haven:*

The American Journal of Science. Vol. XXVI. No. 153—160. 1883-84. 8°.

*Von der Academy of Sciences in New-York:*

Transactions Vol. II. 1882—83. 8°.

*Von der American chemical Society in New-York:*

Journal Vol. VI. 1884. 8°.

*Von der American Geographical Society in New-York:*

Bulletin. 1884. 8°.

*Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:*

Bulletino. Tom. 3. 1884. 8⁰.

*Von der Académie des sciences in Paris:*

Comptes rendus tom. 98. 1883—84. 8⁰.

*Von der École polytechnique in Paris:*

Journal. 53ᵉ cahier. 1883. 4⁰.

*Von der Académie de médecine in Paris:*

Bulletin 1884. 1884. 8⁰.

*Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:*

Nouvelles Archives II. Serie Tom. 6. 1883. 4⁰.

*Von der Société d'anthropologie in Paris:*

Bulletins. Tom. VII. 1884. 8⁰.

*Von der Société botanique de France in Paris:*

Bulletin. Tom. 29 (1882) & 30 (1883). 8⁰.

*Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:*

Moniteur scientifique. 1884. 8⁰.

*Vom Bureau international des poids et mesures in Paris:*

Travaux et Mémoires. Tom. 2. 1883. 4⁰.
Procès-verbaux des séances de 1883. 1884. 8⁰.

*Von der physikalisch-chemischen Gesellschaft an der kaiserlichen Universität in Petersburg:*

Schurnal. Tom. 16. 1884. 8⁰.

*Vom Botanischen Garten in St. Petersburg:*

Acta horti Petropolitani. Tom. VIII. 1883. 8⁰.

*Vom Comité géologique in St. Petersburg:*

Iswestija 1883. 1883. 8⁰.
Mémoires. Vol. I. 1883. 4⁰.

*Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:*

Annalen. Jahrgang 1882. 1883. 4⁰.
Repertorium für Meteorologie. Bd. VIII. 1883. 4⁰.

*Von der American Philosophical Society in Philadelphia:*

Transactions. New Series. Vol. XVI. 1882. 4⁰.
Proceedings. Vol. XX & XXI. No. 113 & 114. 1883. 8⁰.

*Von der R. Scuola normale superiore in Pisa:*

Annali. Della Serie Vol. VI (Scienze fisiche Vol. III). 1883. 8⁰.

*Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:*

Atti. Memoire Vol. VI. 1884. 8⁰.

*Von der k. ungarischen Akademie der Wissenschaften in Pest (Budapest):*

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn von J. Fröhlich. Bd. I. Berlin 1883. 8⁰.

*Von der K. ungarischen geologischen Anstalt in Pest (Budapest)*

Jahresbericht für 1882. 1883. 8⁰.
Evkönyve. Bd. VII. 1884. 8⁰.
Földtani Közlöny. Bd. XIV. 1884. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VII. 1884. 8⁰.

*Vom Naturforscher-Verein in Riga:*

Korrespondenzblatt. 1883. 8°.

*Vom Museu nacional in Rio de Janeiro:*

Guia da exposição anthropologica Brazileira. 1882. 8°.

*Von der Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:*

Atti. Anno XXXV. 1882. 4°.

*Vom R. Comitato geologico in Rom:*

Bollettino. Anno 1884. 8°.

*Vom Essex Institute in Salem, Mass:*

Bulletin. Vol. 14. 1882. 8°.

The North Shore of Massachusetts Bay, an illustrated Guide by Benj. D. Hill and Wienfield S. Nevins. 1883. 8°.

*Von der American Association for the advancement of science in Salem:*

Proceedings, 31st Meeting at Montreal, Canada. August 1882. 1883. 8°.

*Von der naturwissenschaftl. Gesellschaft in Sanct Gallen:*

Bericht über ihre Thätigkeit 1881/82. 1883. 8°.

*Von der Academy of Sciences in San Francisco (Californien):*

Bulletin. 1884. 8°.

*Vom botanischen Verein Irmischia in Sondershausen:*

Abhandlungen. Heft III. 1883. 8°.
Irmischia. IV. Jahrg. 1884. 8°.

*Von der Entomologisk Förening in Stockholm:*

Entomologisk Tidskrift. Årgang 4. 1883. 8°.

*Von der Société des Sciences in Strassburg:*

Bulletin mensuel 1884. 1884. 8°.

*Vom physikalischen Observatorium in Tiflis:*

Meteorologische Beobachtungen im Jahre 1882. 1883. 8°.
Magnetische Beobachtungen in den Jahren 1881—82. 1883. 8°.

*Von der University of Tokio (Japan):*

Appendix to Memoir No. 5 of the Science Department. Measurement of the Force of Gravity at Sapporo (Yesso) by A. Tanakadate and others. 1882. 8°.

Memoirs No. 9. Earthquake Measurement by A. Ewing. 1883. 4°.

*Von der Società Adriatica di scienze naturali in Triest:*

Bollettino. Vol. VIII. 1883—84. 8°.

*Vom United States Naval Observatory in Washington:*

Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1879. 1883. 4°.

*Vom U. S. Army Chief Signal Officer in Washington:*

Professional Papers of the Signal Service No. VIII—XII. 1882. 4°.

*Vom United States Geological Survey in Washington:*

Second annual Report 1880—81 by J. W. Powell. 1882. 4°.

Monographs. Vol. II. 1882. 8°, mit einem Atlas in Folio.

12th annual Report of the U. S. geological and geographical Survey of the Territories. Wysming and Idaho in 1878. 2 Vols. and Atlas. 1883. 8°.

Bulletin of the U. S. Geological Survey No. 1. 1883. 8°.

*Von der Philosophical Society in Washington:*

Bulletin. Vol. VI. 1884. 8⁰.

*Von der K. K. geologischen Reichsanstalt in Wien:*

Jahrbuch. Jahrgang 1884. Bd. 24. 4⁰.
Verhandlungen. 1884. 4⁰.

*Von der Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:*

Jahrbücher. Jahrgang 1881 und 1882. 1884. 4⁰.

*Von der Anthropologischen Gesellschaft in Wien:*

Mittheilungen. Bd. XIV. 1884. 4⁰.

*Von der K. K. geographischen Gesellschaft in Wien:*

Mittheilungen. 26. Bd. (N. F. Bd. 16). 1883. 8⁰.

*Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:*

Verhandlungen. Jahrgang 1883. Bd. XXXIII. 1884. 8⁰.
Brasilische Säugethiere von A. von Pelzeln, Beiheft zu Band XXXIII der Verhandlungen. 1883. 8⁰.

*Vom nassauischen Verein für Naturkunde in Wiesbaden:*

Jahrbücher. Jahrgang 36. 1883. 8⁰.

*Von der physikalisch-medicin. Gesellschaft in Würzburg:*

Sitzungsberichte. Jahrgang 1883. 8⁰.

*Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:*

Mittheilungen. 30. Heft. Febr. 1884. 8⁰.

*Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich*

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 19. Jahrgang 1882. 1883. 4°.

---

*Von Herrn Paul Albrecht in Brüssel:*

Note sur le pelvisternum des édentés. 1883. 8°.

*Von Herrn H. Burmeister in Buenos Aires:*

Atlas de la description physique de la République Argentine. II. Section. Mammifères Livr. 2. 1883. Fol.

*Von Herrn R. Clausius in Bonn:*

Zur Theorie der dynamo-elektrischen Maschinen. Leipzig 1883. 8°.

*Von Frau Marquise de Colbert in Paris:*

Oeuvres complètes de Laplace. Tom. IV, V. 1880—82. 4°.

*Von Herrn A. Hilger in Erlangen:*

Die Pflanzenstoffe. 2. Aufl. Bd. 1, 2. Berlin 1882—84. 8°.

*Von Herrn A. Kölliker in Würzburg:*

Zur Entwicklung des Auges menschlicher Embryonen. Mit 4 lith. Tafeln. 1883. 4°.

Die Entwicklung der Keimblätter des Kaninchens. Leipzig 1882. 4°.

Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe. Sep.-Abdruck (1884). 8°.

*Von Herrn Nicolai von Kokscharow in St. Petersburg:*

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. IX. p. 1—80. 1884. 8°.

*Von Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:*

Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. XXIX. 1884. 8°.

*Von Herrn L. G. de Koninck in Brüssel:*

Notice sur la distribution géologique des fossiles carbonifères de la Belgique. 1883. 8°.

*Von Herrn Joseph von Lenhossék in Budapest:*

Die Ausgrabungen zu Szeged-Oethalom in Ungarn. 1884. 4°.

*Von S. K. H. Ludwig Ferdinand, Königl. Prinz von Bayern:*

Zur Anatomie der Zunge. Eine vergleichend anatomische Studie. München 1884. 4°.

*Von Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:*

Observations on new vegetable fossils of the auriferons drifts. Decade II. 1883. 8°.

The Plants indigenous around Sharks Bay and its vicinity. Perth 1883. Fol.

*Von Herrn Alfred Nehring in Berlin:*

Fossile Pferde aus deutschen Diluvial-Ablagerungen. 1884. 8°.

*Von Herrn John A. R. Newlands in London:*

The Discovery of the Periodic Law. 1884. 8°.

*Von Herrn W. Pfeffer in Tübingen:*

Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Leipzig 1881. 8°.

*Von Herrn Ph. Plantamour in Genf:*

Des mouvements périodiques du sol. (5^me^ année). 1883. 8°.

*Von Herrn K. Prantl in Aschaffenburg:*

Exkursionsflora für das Königreich Bayern. Stuttgart 1884. 8°.

*Von Herrn F. Prym in Würzburg:*

Ein neuer Beweis für die Riemann'sche Thetaformel. Stockholm 1883. 4°.

*Von Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:*

Gartenflora 1884. Stuttgart 1884. 8°.

*Von Herrn Severin Robinski in Berlin:*

Zur Kenntniss der Augenlinse. 1883. 8°.

*Von Herrn L. Rütimeyer in Basel:*

Beiträge zu der Geschichte der Hirschfamilie. II. Gebiss. 1883. 8°.

Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche. Theil II. Zürich. 1883—84. 4°.

*Von Herrn Friedrich Ritter von Stein in Prag:*

Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. 1883. Fol.

*Von Herrn August Tischner in Leipzig:*

Sta, sol, ne moveare. 1882. 8°.

The Sun. 1883. 8°.

*Von Herrn G. Tschermak in Wien:*

Die Skapolithreihe. 1883. 8°.

*Von Herrn Dr. Valentiner in Wiesbaden:*

Die Kronenquelle zu Ober-Salzbrunn. 1884. 8°.

*Von Herrn Rudolf Wolf in Zürich:*

Astronomische Mittheilungen Nr. 60 und 61. 1883 und 84. 8°.

*Von Herrn Jacob J. Weyrauch in Stuttgart:*

Theorie elastischer Körper. Leipzig 1884. 8°.

---

// Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. Juli 1884.

Herr L. Radlkofer sprach:

## „Ueber einige Sapotaceen."

Seit der Mittheilung meiner Untersuchungen über Omphalocarpum und eine Reihe anderer Sapotaceen in der Sitzung vom 3. December 1881 (sieh diese Sitzungsberichte, Bd. XII, 1882, Heft 3, p. 265—344) sind mir von verschiedenen Seiten Materialien zugekommen, welche eine Wiederaufnahme des Studiums bestimmter Sapotaceen-Gattungen nach der anatomischen Methode veranlassten.

Da sich dabei nicht bloss willkommene Bestätigungen der früher dargelegten Anschauungen ergaben, sondern nicht unerhebliche weitere Aufklärungen über den Bestand und die Verwandtschaftsverhältnisse der betreffenden Gattungen, so erscheint es angemessen, auch diese Ergebnisse hier zur allgemeinen Kenntniss zu bringen.

Sie betreffen die Gattungen Omphalocarpum, Labatia, Pouteria und Bumelia.

### I. Omphalocarpum.

Ueber diese Gattung ist nur Weniges zur Bestätigung und Bekräftigung der früher von mir (a. a. O.) hinsichtlich ihrer Stellung im Systeme vertretenen Auffassung anzuführen.

Es kam mir durch die Güte des durch seine Bestrebungen für die Förderung unserer Kenntnisse über exotische Nutzpflanzen eine hervorragende Stellung einnehmenden Handlungshauses Thom. Christy & Cie. in London eine junge lebende Pflanze von Omphalocarpum zu, welche aus dem Samen einer ebensolchen Frucht, wie die früher von mir näherer Untersuchung unterworfene, in England gezogen worden war.

Dieselbe hat sich zwar nicht lange am Leben erhalten. Sie hat aber wenigstens Gelegenheit gegeben, das Vorhandensein der für die Sapotaceen so charakteristischen zweiarmigen Haare, deren Auffindung an der Frucht von Omphalocarpum früher (s. a. a. O. p. 280) nicht gelungen war, an der Spitze der Axe und an den jungen Blattanlagen nachzuweisen. Ebenso das übrigens auch an der Frucht schon (a. a. O. p. 280) beobachtete Vorkommen der gleichfalls für die Sapotaceen charakteristischen milchsaftführenden Gewebselemente.

Das erstere Verhältniss bildet einen neuen Beleg für die unzweifelhafte Zugehörigkeit der Gattung Omphalocarpum zu den Sapotaceen, rücksichtlich deren ich mich, wie ich erst nachträglich erfahren habe, auch auf die freilich nicht in allen Punkten annehmbaren und desshalb auch in ihren annehmbaren Theilen noch nicht zur Geltung gelangt gewesenen Untersuchungen von Miers (Transact. Linn. Soc., s. 2, I, 1, 1875, p. 13—17) hätte stützen können, und rücksichtlich deren nun gemäss brieflich erhaltener Mittheilung auch in Kew eine abweichende Meinung nicht mehr besteht.

## II. Labatia.

Die Gattung Labatia ist seit ihrer Aufstellung durch Swartz (Prodr., 1788, p. 32), welcher selbst im Unklaren über sie war, im Unklaren geblieben und hat bis auf den

heutigen Tag — ein nahezu volles Jahrhundert hindurch — eine Crux botanicorum und einen fortwährenden Stein des Anstosses in der Familie der Sapotaceen gebildet.

Dass Swartz nicht zu einer klaren Auffassung seiner auf eine einzelne Art aus Westindien, Labatia sessiliflora, gegründeten Gattung gelangte, ist nicht zu verwundern.

Dieselbe zeigt eigenthümliche Verhältnisse, welche auch nach mehr als 70 Jahren noch, im Jahre 1861, von Martius, der in einer von ihm gefundenen brasilianischen Pflanze schon im Jahre 1826 in seinen Nov. Gen. et Spec. II, p. 71, tab. 161, 162 (nicht tab. 160, 161, wie es im Texte heisst) eine neue Art unter dem Namen Labatia macrocarpa der Gattung zugewiesen hatte, irrthümlich gedeutet wurden (s. Martius über Labatia Sw. und Pouteria Aubl. in den Sitzungsber. der Münchener Akademie, I, Heft 5, 1861, p. 571—577). Erst Eichler legte bei der Fertigstellung der von Miquel übernommenen Bearbeitung der brasilianischen Sapotaceen und der dadurch bedingten Betrachtung der Labatia macrocarpa Mart. in der Flora Brasiliensis VII, Fasc. 32, 1863, p. 61, tab. 24, fig. 2 die betreffenden Verhältnisse richtig dar,[1]) leider aber ohne entsprechend hervorzuheben, ob er, wie aus dem später

1) In Benth. Hook. Gen. l. c. wird für die Bearbeitung der Sapotaceen in der Flora Bras. nur Miquel als Autor citirt, was nach der Notiz am Eingange derselben dem Sachverhalte nicht entspricht.

Grisebach weiter bezeichnet im Catal. Pl. Cub., 1866, p. 166 Labatia als „Genus a cl. Miq. et Eichl. (Mart. Fl. Bras. 32, — nicht 23, wie es dortselbst heisst — p. 61) reformatum." Miquel hat aber wohl kaum einen wirklichen Antheil an dieser Reformirung. Denn da Martius i. J. 1861 die richtige Deutung noch nicht kannte, so dürfte davon in dem nach der Fl. Bras. l. c. p. 37, Anmerk. bereits im Jahre 1856 abgeschlossenen Manuscripte Miquel's kaum schon etwas enthalten gewesen sein.

Folgenden sich als wahrscheinlich ergeben wird, diese Verhältnisse auf Grund autoptischer Untersuchung auch der Pflanze von Swartz für diese und die Pflanze von Martius als übereinstimmend erkannt habe. So konnte in Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 655 und 657 eine generische Unterscheidung von Labatia Sw. und Labatia Mart., zu der A. De Candolle seiner Zeit (Prodr. VIII, 1844, p. 164) aus sehr triftigen Gründen sich veranlasst gesehen hatte, auf's Neue Raum gewinnen und die Deutung von Labatia Sw. damit auf's Neue in Ungewissheit verfallen. Dabei wurden auch für Labatia Mart. die richtigen Angaben Eichler's theilweise wieder mit den unrichtigen älteren verquickt.

Ich hoffe, dass es mir im Folgenden gelingen werde, im Anschluss an die früher in der Abhandlung über Omphalocarpum p. 299 und p. 326—335 versuchte Bereinigung der mit Labatia zunächst verwandten und mit ihrer Geschichte, wie sich gleich zeigen wird, auf's Innigste verflochtenen Gattung Pouteria auch die Gattung Labatia durch die Anwendung der anatomischen Methode für alle Zukunft in klares Licht zu setzen und nach Ausscheidung des Fremdartigen sie unter Erweiterung ihres Inhaltes auf fünf Arten an den richtigen Platz in der Familie der Sapotaceen zu stellen.

---

Das eigenthümliche Verhalten, welches die richtige Auffassung der Gattung Labatia von ihrer ersten Beobachtung an erschwerte, besteht hauptsächlich darin, dass die krustöse Schale der einzeln in den vier Fächern der wenig fleischigen Frucht enthaltenen Samen in ungewöhnlicher Weise bis auf einen schmalen Rückenstreifen mit den Wandungen des Faches verwächst.

Das hinderte für Swartz die Auffassung der Frucht

als einer beerenartigen, wie sie sonst den Sapotaceen eigen ist und führte zu einer Verwechselung des Embryo mit dem Samen selbst.

Martius seinerseits wurde dadurch zu der irrigen Annahme einer parietalen Insertion der Samen veranlasst.

Swartz bezeichnete die Frucht bei der Aufstellung der Gattung im Prodr., 1788, p. 32 als eine Kapsel und wies der Gattung ihren Platz zwischen den mit vierklappigen Früchten versehenen Gattungen Blaeria (aus der Familie der Ericaceen) und Buddleia (jetzt den Loganiaceen, früher den Scrophularineen beigezählt) an. Bald darauf brachte ferner Swartz bei der näheren Charakterisirung der Gattung in Schreber Gen. Pl. II, 1791, p. 790, n. 1724 (an welcher Stelle Schreber in Uebereinstimmung mit dem eingangs der Vorrede zu diesem Bande, p. 3, Gesagten Swartz ausdrücklich als Autor der betreffenden Charakteristik nennt) und in der Flora Ind. occ. I, 1797, p. 263 eine verschiedene, wenn auch nahe stehende Gattung, Pouteria Aubl., als gleichwerthig damit in Verbindung, eine Gattung, in welcher selbst wieder Unzusammengehöriges mit einander vermengt war: die vierklappige Kapselfrucht nämlich einer Tiliacee aus der Gattung Sloanea L. (Dasynema Schott, nach deren mit borstenförmigen Fortsätzen besetztem Pericarpe Schreber für Pouteria Aubl. den Namen Chaetocarpus in Vorschlag gebracht hatte[1])) und der blühende Zweig einer Sapotacee, der Pouteria guianensis Aubl. emend., welche

1) Nach demselben Organisationsverhältnisse, auf welches die Namen Dasynema und Chaetocarpus basirt waren, hat bekanntlich De Candolle für eine Section von Sloanea die Bezeichnung Myriochaete, und Schreber für die ebenfalls nun zu Sloanea gezogene Gattung Ablania Aubl. den Namen Trichocarpus gebildet.

ich in meiner Abhandlung über Omphalocarpum (l. c. p. 299 und Zusatz 3, p. 326—335) unter Abtrennung von der Gattung Lucuma Mol. (1782) emend., der sie zuletzt in der Synonymie von Lucuma psammophila var. β. xestophylla (in Flor. Bras. VII, 1863, p. 77) zugezählt worden war, (sowie unter gleichzeitiger Ausscheidung einer Gattung Vitellaria Gärtn. fil., 1807, reform. aus Lucuma) als die Grundlage einer selbständigen Gattung „Pouteria Aubl. (1775) emend.“ dargelegt und als besondere Gattung nach Stellung und Inhalt, unter Einreihung von 22 südamericanischen, zum Theile neuen Arten (l. c. p. 333) näher beleuchtet habe.

Ob es mehr die Darstellung der Frucht, ob es mehr die der Blüthe durch Aublet (Pl. Guian. I, 1775, p. 85, tab. 33) war, welche Swartz veranlasste, seine Pflanze mit Pouteria Aubl. in generischen Zusammenhang zu bringen, mag dahingestellt sein. Martius nimmt in seiner schon angeführten Abhandlung über Labatia und Pouteria (p. 573) das Erstere an und glaubt, dass Swartz durch die Abbildung Aublet's zu der Bezeichnung der Frucht seiner Pflanze als „Kapsel“ geführt worden sei, obschon er, wie auch Martius hervorhebt, von einer Dehiscenz derselben nicht ausdrücklich spricht. Da übrigens Swartz diese Bezeichnung auch schon im Prodr. gebraucht (p. 32: „capsula 4-locularis“), in welchem auf Pouteria noch keine Beziehung genommen ist, so scheint die in Benth. Hook. Gen. II, p. 655 ausgesprochene Meinung mehr für sich zu haben, die Meinung nämlich, dass Swartz nur mit Hinsicht auf die Saftlosigkeit und Mehrfächerigkeit der Frucht dieselbe als „Kapsel“ bezeichnet habe („Swartzius fructum capsulam vocat, sed de dehiscentia silet et hoc nomine designavit quia in loculos epulposos dividitur“), wozu noch kommt, dass die Fruchtfächer nicht bloss saftlos, sondern geradezu mit sklerenchymatischem Gewebe, mit der angewachsenen Samenschale

nämlich, ausgekleidet sind. Uebrigens scheint bei Swartz die Vorstellung von einem schliesslichen Aufspringen der Frucht seiner Pflanze doch von Anfang an vorhanden gewesen zu sein, da er wohl sonst kaum gerade zwischen Blaeria und Buddleia der Pflanze ihre Stellung angewiesen hätte (Prodr., 1788, p. 32) und da er wohl später (ll. cc.) sonst kaum auch die Darstellung von Pouteria Aubl. so rückhaltlos auf seine Gattung bezogen hätte. Dass aber nicht etwa bloss, wie Martius anzunehmen geneigt ist, die von Aublet unter Pouteria dargestellte Frucht diese Bezugnahme veranlasste, sondern dass auch die Darstellung der Blüthe ihr gutes Theil daran hat, ist wohl nicht zu bezweifeln. Hat ja doch Martius selbst auch für die Blüthe (abgesehen von dem Blüthenzweige, den er ausser der Frucht auch noch, aber mit Unrecht, als zu Dasynema gehörig betrachtete — s. üb. Omphaloc. p. 327) eine Zusammengehörigkeit mit Labatia, und zwar eine specifische Zusammengehörigkeit mit seiner Labatia macrocarpa in der mehr erwähnten Abhandlung (p. 572) für wahrscheinlich angesehen.

Die Vereinigung von Pouteria mit Labatia durch Swartz gewann in der Bezeichnung der Aublet'schen Pflanze bei Willdenow als Labatia pedunculata (gegenüber Labatia sessiliflora Sw.) und bei Raeuschel als Labatia Pouteria (sphalmate „Panteria") weiteren Ausdruck. Ja Poiret betrachtete anfangs sogar die Pflanze von Swartz als specifisch übereinstimmend mit Pouteria guianensis (in Lamarck Encycl. V, 1804, p. 609); später als eine zweite Art dieser Gattung unter dem Namen Pouteria sessiliflora (ebenda Suppl. III, 1813, p. 228 und Suppl. IV, 1816, p. 546).

Diese Vereinigung zu lösen war auch das Vorgehen von Martius nicht im Stande, als derselbe bei Aufstellung seiner Labatia macrocarpa nach einer von

ihm im Jahre 1819 in Brasilien gefundenen,[1]) als Sapotacee erkannten[2]) Pflanze den Charakter der Gattung Labatia unter Ausschliessung von Pouteria Aubl. zu reformiren unternahm, besonders durch Hervorhebung des Beerencharakters der Frucht, wobei aber zugleich der oben schon erwähnte, auch i. J. 1861 noch festgehaltene Irrthum über eine parietale Insertion der Samen auftauchte.

Sowohl diese Ausschliessung von Pouteria, als die Einfügung der neuen, der Schilderung nach so eigenthümlichen Pflanze in die Gattung Labatia und die daraus sich ergebende Veränderung des Gattungscharakters erschien zu wenig begründet und zu leichthin bewerkstelliget, um Anklang finden zu können. Und in der That kann es auch in diesen Tagen, in welchen die generische Zusammengehörigkeit der Pflanze von Martius mit der von Swartz sich ausser

1) So ziemlich um die gleiche Zeit hat auch Pohl am Maranhao eine Pflanze gesammelt, die er als eine Art der Gattung Labatia auffasste und bezeichnete, und zwar, wie sich jetzt herausstellt, mit Recht. Es ist das die später näher zu betrachtende Labatia glomerata Pohl Herb. Da sie von Pohl nicht veröffentlicht wurde, blieb sie ohne Einfluss auf die Geschichte der Gattung Labatia.

2) Bis dahin war Labatia bald den Ebenaceen, bald den Styraceen zugezählt worden (s. darüber Pfeiffer Nomenclator II, 1874, p. 1). Schon Swartz nämlich hatte in der Flora Ind. occ., offenbar nach dem Vorgange von Jussieu für Pouteria (in Gen. Plant., 1789, p. 156) seiner Pflanze eine Stellung zwischen Diospyros und Halesia angewiesen. Rob. Brown deutete wohl als der Erste gelegentlich der näheren Charakterisirung der Familie der Ebenaceen (im Prodr. Flor. Nov. Holland. I, 1810, p. 525) auf die Zugehörigkeit von Labatia sowohl, als Pouteria zur Familie der Sapotaceen hin („Labatia Sw. et Pouteria Aubl. ulteriore examine egent, forsan ad Sapotaceas adjiciendae"). Für Labatia wurde dann von Martius (a. a. O., 1826), für Pouteria erst von Don (in General Syst. IV, 1838, p. 37) die Ueberführung in die Familie der Sapotaceen bewerkstelliget.

allen Zweifel stellen lässt, nur als ein Zufall erscheinen, dass sich die so schwach, nur durch gewisse in der Darstellung von Swartz erkennbare allgemeine Aehnlichkeiten der Frucht und der Blüthe fundirte, gerade für das Wesentliche aber — für die Verwachsung der Samen mit den Fruchtfächern — weder durch richtige Auffassung, noch durch irgend eine vergleichende Beobachtung unterstützte Annahme von Martius schliesslich als eine zutreffende darstellt.

So kam es, dass A. De Candolle, welcher dem Vorgehen von Martius nicht folgen mochte, Pouteria Aubl. und Labatia Sw. wieder als ein Genus auffasste (Prodr. VIII, 1844, p. 164), den älteren Namen Pouteria dafür aufrecht erhaltend und demgemäss, wie früher schon Poiret, neben Pouteria guianensis Aubl. die Pflanze von Swartz als Pouteria sessiliflora aufführend. Labatia macrocarpa Mart. dagegen, welche (um 1839) Dietrich der Aublet'schen Gattung als Pouteria macrocarpa eingereiht hatte (nach Steudel Nomenclat.), wurde von A. De Candolle als mit der Pflanze von Swartz dem Genus nach nicht vereinbar angesehen und als die Grundlage einer neuen Gattung „Labatia Mart.“ betrachtet, und zwar nur sie allein, während Martius inzwischen, i. J. 1838, in seinem Herb. Flor. Bras. (Beiblatt der Regensburger bot. Zeit. „Flora“) noch eine Reihe anderer Pflanzen ebenfalls als Arten von Labatia aufgestellt hatte, für die er später die von De Candolle ihnen gegebene Stellung gut hiess.[1])

---

1) Sieh Martius in der mehr erwähnten Abhandlung über Labatia und Pouteria p. 576, Anmerk. De Candolle hat diese Arten, welche in Steudel's Nomenclator (1841) noch als Arten von Labatia aufgeführt sind, sämmtlich in die Section Guapeba der Gattung Lucuma verbracht. Sie sind in meiner Abhandlung über Omphalocarpum (p. 333) neben anderen als Arten der wieder hergestellten Gattung Pouteria aufgeführt, mit Ausnahme der von

Der einen, wie der anderen der so umgestalteten Gattungen fügte De Candolle überaus treffende, kritische

---

De Cand., wie von Martius nur fragweise diesen Arten angeschlossenen L. laevigata, welche unter den Sapotaceen in der Flora Bras. VII. 1863, gänzlich übergangen ist, und auf welche ich in dem III. Abschnitte dieser Abhandlung, unter „Pouteria", zurückkommen werde.

Bei dieser Gelegenheit mag in Erinnerung gebracht sein, dass Steudel (Nomenclat. Ed. 2., II. 1841, p. 1) mit Labatia macrocarpa Mart. eine Labatia conica Vellozo (Flor. Flumin. Lib. I, 1825, reimpr. 1881, p. 48; Icon. I. 1827, tab. 125) fragweise in Verbindung bringt, welche damit, obwohl auch in die Tetrandria Monogynia eingereiht, sicher nichts zu thun hat.

Es ist das vielmehr zweifellos eine Art der Gattung Ilex, Ilex conica m., wie mir dünkt, sehr nahe verwandt mit der von Maximowicz in den Mém. Acad. St.-Pétersb., s. 7, t. 29, n. 3, 1881, p. 26 veröffentlichten, von Riedel i. J. 1821 in der Provinz Bahia um Ilheos gesammelten Ilex floribunda Reiss. mss., welche ihrerseits wieder der aus der Provinz Matto Grosso und ausserdem ebenfalls aus Bahia bekannten Ilex cujabensis Reiss. (Flor. Bras. XI. 1. Fasc. 28. 1861, p. 71) nahe steht. Von diesen letzteren beiden liegen mir theils früher durch das Petersburger Herbarium, theils erst in der jüngsten Zeit durch Maximowicz gütigst mitgetheilte Fragmente vor. Ilex conica scheint sich von beiden nach der Zeichnung und Beschreibung von Vellozo (l. c.) durch die meist in dem oberen Dritttheile etwas verbreiterten, fast verkehrt-eiförmigen Blätter, die lockereren, an Länge die Blattstiele übertreffenden Inflorescenzen und die nach Wort und Bild kaum als verwachsen anzusehenden Blumenblätter zu unterscheiden.

Es ist auffallend, dass Vellozo weder in dieser Art noch in der als Chomelia amara (Ic. I. tab. 106) bezeichneten Ilex paraguariensis St. Hil. die Gattung Ilex erkannt hat, welche als solche, und abgesehen von der nunmehr mit ihr vereinigten Gattung Prinos L. (Vell. lc. III. tab. 165, 166, 167) in der Flora Fluminensis überhaupt nicht erwähnt ist.

Die Ilex conica, resp. Labatia conica Vell. scheint sich der Aufmerksamkeit der Botaniker, von Steudel abgesehen, bisher gänzlich entzogen zu haben. Wenigstens ist dieselbe in den Gen. Plant. von Endlicher, von Meisner und von Benth. u. Hooker,

Bemerkungen bei, welche den Anstoss zur allmäligen Klärung derselben gegeben haben.

Bei der ersteren, Pouteria Aubl. incl. Labatia Sw., hob er das für Pflanzen aus der Familie der Sapotaceen ganz ausnahmsweise Verhalten der Frucht als einer Kapselfrucht, wie sie bei Aublet so gut, als bei Swartz genannt wird, hervor.

Bei der zweiten, Labatia Mart., bezweifelte er die für eine Sapotacee ebenfalls kaum glaubbare parietale Insertion der Samen, obwohl er nach autoptischer Untersuchung an einer im Pariser Museum befindlichen Frucht die Angaben von Martius über die Beschaffenheit der Samen als zutreffende bezeichnete. Zugleich wies er auf die nahe Verwandtschaft der Pflanze mit den Lucuma-Arten

---

im Prodr. von De Cand., im Nomenclator von Pfeiffer und in der Flor. Bras. (sowohl bei den Sapotaceen Vol. VII, als bei den Ilicineen Vol. XI, 1) übergangen.

Es ist aus dem was Vellozo über den Namen der Pflanze (1790) niedergeschrieben hat (s. Fl. Flumin. l. c.: „In memoriam admodum R. Patris Labat Ordinis S. Dominici Galli . . . dixi") ersichtlich, dass er bei der Wahl desselben nur zufällig an den Namen desselben Mannes anknüpfte, dessen Andenken auch Swartz seine Gattung (1788) gewidmet hat, und dass er von der Existenz dieser Gattung wohl keine Kenntniss gehabt habe.

Als ein eigenthümlicher Zufall erscheint es ferner, dass derselbe Gattungsname Labatia von Scopoli schon früher (Introduct., 1777, p. 197, n. 863) anstatt des Namens Macoucoua Aubl. (Pl. Guian. I, 1775, p. 88, tab. 34) für eine Pflanze in Vorschlag gebracht worden ist, welche ebenfalls zur Gattung Ilex gehört (Ilex Macoucoua Pers.), und dass der dem Aublet'schen Namen zu Grunde liegende Eingebornenname Macoucou bei einer Sapotacee wiederkehrt, bei Chrysophyllum Macoucou Aubl. (l. c. I, p. 233, tab. 92). Labatia Scopoli hat in den Gen. Plant. von Endlicher und von Meisner, in der Flor. Bras. XI, 1, p. 39, sowie in Pfeiffer Nomenclator, nicht aber in Steudel Nomenclator Aufnahme gefunden. Vellozo scheint von ihr ebenso wenig, wie von Labatia Sw., Kenntniss gehabt zu haben.

aus der Section Guapeba, d. i. mit den von mir zu Pouteria gerechneten Arten, in sehr treffender Weise hin.

Martius unterzog nun, als die Sapotaceen zur Bearbeitung für die Flora Bras. an die Reihe kamen, in der Zeit zwischen dem Einlaufen des Miquel'schen Manuscriptes (1856) und dessen Ueberarbeitung durch Eichler (1863) die Gattungen Labatia und Pouteria erneuter Prüfung und legte die Resultate derselben in der schon mehrfach erwähnten Abhandlung (Sitzungsber. d. Münch. Acad., 1861) nieder.

Für die Gattung Pouteria gelang es ihm, einen wesentlichen Schritt vorwärts zu thun.

Wie ich schon in meiner Abhandlung über Omphalocarpum (p. 327) dargelegt habe, hat Miquel daran einiges Verdienst, indem derselbe eine ihrer Frucht halber von Martius für Pouteria guianensis gehaltene Pflanze des Herb. Monacense, wahrscheinlich ein Schwesterexemplar der an A. De Candolle früher schon durch Martius gelangten, im Prodr. VIII, 1844, p. 164 unter Pouteria guianensis erwähnten Pflanze, ebenso wie De Candolle an der eben angeführten Stelle als „nicht zu den Sapotaceen gehörig" bezeichnete. Martius bestimmte nun (s. dessen Abh. üb. Labatia und Pouteria, 1861, p. 573) diese Pflanze als eine Art der Gattung Sloanea L. (Dasynema Schott), von welcher Gattung eine andere Art (Sloanea monosperma Vell. mit dem Synonym Dasynema hirsuta Schott) nach seiner Angabe (l. c.) schon früher von dem brasilianischen Botaniker Frey Leandro do Sacramento für eine Pouteria angesehen, und von welcher, wie ich aus meiner Abhandlung über Omphalocarpum (p. 328) hier wiederhole, eine dritte Art (Sloanea parviflora Planch. ed. Benth.) auch von Miquel seiner Zeit (um 1844) bei der Bestimmung der Pflanzen von Hostmann und Kappler (n. 412) für eine Sapotacee gehalten worden war.

Ich habe (in der Abhandl. üb. Omphalocarpum, Dec. 1881, p. 329) die in Rede stehende, von Martius selbst gesammelte Pflanze des Herb. Monac. als Sloanea pulverulenta den übrigen Arten der Gattung Sloanea angereiht und versucht, auf dem von De Candolle, Miquel und Martius durch die Unterscheidung dieser Pflanze von Pouteria gebahnten und von Eichler (in Flor. Bras. VII, 1863) weiter verfolgten Wege für die Klärung von Pouteria guianensis Aubl. zu einem endgiltigen Resultate zu gelangen. Ich hoffe, dass es mir gelungen ist, die von Aublet unter Pouteria guianensis verstandene Sapotacee wieder zu erkennen und auf Grund dessen die Gattung Pouteria, unter Einfügung einer beträchtlichen Zahl von Arten in dieselbe, wie schon erwähnt, wieder herzustellen und an dem ihr gebührenden Platze in das System einzufügen.

Für die Gattung Labatia gewann Martius aus der erneuten Prüfung zwar auch ein erhebliches Resultat durch den Nachweis übereinstimmender Verhältnisse bei der westindischen und der brasilianischen Pflanze; dieser Gewinn ging aber durch das Beharren bei früheren, jeder Wahrscheinlichkeit entbehrenden Auffassungen, wodurch das Vertrauen in die Zuverlässigkeit seiner Beobachtungen überhaupt erschüttert werden musste, wieder gänzlich verloren.

Martius hatte sich, um die gegenseitigen Beziehungen der westindischen Labatia sessiliflora Sw. (1788) und seiner (1826) von ihm so leichthin damit in generische Verbindung gebrachten Labatia macrocarpa aus Brasilien durch directe Vergleichung festzustellen, durch Professor Anderson in Stockholm Theile der Originalpflanze von Swartz verschafft und urgirte nun auf Grund der vorgenommenen Vergleichung, welche sich besonders auf die Frucht erstreckte, daneben aber auch die eigenthümliche Nervatur und das Indument der Blätter betraf, jedenfalls mit mehr Berechtigung als früher eine namentlich in der

Uebereinstimmung eigenthümlichen Verhaltens der Früchte sich documentirende Congenerität der antillanischen und der brasilianischen Pflanze. Dabei hielt er aber in Entgegnung auf die oben erwähnten Bedenken von A. De Candolle an der Annahme einer parietalen Insertion der Samen fest, die er auch für Labatia sessiliflora nun direct beobachtet zu haben angab und deren Auftreten bei einer Sapotaceen-Gattung er durch den Hinweis auf die bald dorsale, bald ventrale Lage der Rhaphe bei so nahe verwandten Gewächsen, wie den Lonicereen und Sambuceen des Auffälligen zu entkleiden suchte (l. c. p. 576).

Damit waren jedoch die von De Candolle geäusserten Bedenken noch keineswegs entkräftet, und dass sie sehr triftig waren erwies sich schon in den nächsten Jahren, als nämlich Eichler i. J. 1863 bei Betrachtung der Labatia macrocarpa in der Flor. Bras. an die Stelle der stets unwahrscheinlich gebliebenen Auffassung von Martius eine von diesem auch schon (l. c. p. 575) in Erwägung gezogene, aber verworfene Deutung des eigenthümlichen Verhaltens der Samen setzte, welche sich mit dem Charakter der Sapotaceen in befriedigendem Einklange zeigte, dahin gehend, dass der normal an der Fruchtaxe inserirte Same in ausgedehntem Masse mit dem Endocarpe verwachse, und dass gerade die allein nicht in die Verwachsung einbezogene Stelle — ein Längsstreifen des Samenrückens — es sei, welche Martius für die Anheftungsstelle des Samens angesehen habe.

Leider versäumte es Eichler, wie schon eingangs erwähnt, hervorzuheben, ob seine Deutung ebenso auf die Untersuchung der Materialien von Swartz, was sich später als wahrscheinlich herausstellen wird, als auf die in der Flor. Bras. abgebildeten Theile der Pflanze von Martius sich stütze. Nichts gibt in der Darstellung der Flor. Bras. darüber einen Aufschluss.

Die Folge war, dass es in hohem Masse fraglich erscheinen musste, ob dem Gattungsnamen Labatia, unter welchem die brasilianische Pflanze des näheren betrachtet wurde, mit wirklichem Rechte wieder, und nicht etwa bloss, wie das so häufig geschieht, in Folge eines Zurückgreifens auf eine ältere Literaturangabe (hier die von Martius aus den Jahren 1826 und 1861) die Autorität „Swartz", statt wie bei De Candolle die Autorität „Martius" beigefügt worden sei, und ob für die Ausdehnung des in dem Gattungscharakter als Veränderung und Erweiterung Erscheinenden auch auf die Pflanze von Swartz ein sicherer Boden gewonnen worden sei, oder ob dafür nur mehr oder minder wahrscheinliche Vermuthungen vorhanden gewesen seien.

Die Annahme, dass Eichler wohl Gelegenheit gehabt haben werde, auch die durch Anderson an Martius gelangte Frucht vergleichend zu untersuchen, konnte ergänzend hier nicht wohl eintreten. Denn es war nach der Sorgfalt, welche auf die Erhaltung solcher Originalien, wie jener von Swartz, in den betreffenden Sammlungen verwendet zu werden pflegt, die Voraussetzung die wahrscheinlichere, dass Martius werde veranlasst gewesen sein, die betreffenden Materialien nach ihrer Untersuchung wieder nach Stockholm zurückzusenden.

So wurde durch die Mittheilung von Eichler die Angabe von Martius über die generische Uebereinstimmung seiner Pflanze mit der von Swartz nicht eigentlich gestützt, sondern dadurch, dass auf die brasilianische Pflanze allein bei der veränderten Deutung der Samentheile in Wort und Bild Beziehung genommen war, auf's Neue erschüttert und das Verhältniss von Labatia Sw. zu den übrigen Sapotaceen-Gattungen abermals in Frage gestellt, zumal weder bei Eichler, noch bei Martius über die von Swartz gemachten Angaben bezüglich nur zweier als Stami-

nodien zu deutender Läppchen zwischen den vier Kronentheilen („lacinulae duae lanceolatae, minimae, oppositae in divisura corolla") und der nach den Worten und nach der Zeichnung von Swartz nicht einmal sicher als auf die Krone aufgewachsen erscheinenden Staubgefässe („filamenta 4 subulata, longitudine corollae, stylo approximata") etwas Näheres zu finden war. Darnach musste auch hinsichtlich der Aeusserung von Martius (Sitzungsber. p. 574), dass die beiderlei Pflanzen „in ihren Blüthen vollkommen übereinstimmen", die Frage entstehen, ob sie auf directer Vergleichung, oder ob sie vielmehr ebenso bloss auf einer Interpretation der Angaben von Swartz beruhe, wie es im Jahre 1826 für die ganze Auffassung von Labatia Sw. überhaupt der Fall gewesen war.

Bentham und Hooker mussten so wohl (1876) auf die von A. De Candolle schon für nothwendig erachtete Trennung von Labatia Sw. und Labatia Mart. zurückkommen, wie schon eingangs angegeben. Labatia Sw., für welche sie die Structur der Samen als noch unbekannt bezeichneten und bei den unklaren und unwahrscheinlichen Angaben von Martius darüber füglich so bezeichnen konnten, suchten sie sammt den i. J. 1866 von Grisebach dem „reformirten Genus" zugeführten zwei Arten, Labatia dictyoneura und Labatia chrysophyllifolia, bei Lucuma unterzubringen. Labatia Mart. aber fassten sie als eine besondere, durch „zweireihige Kelchabschnitte" von Lucuma unterschiedene Gattung auf, in deren Darstellung sie übrigens die reformirenden Beobachtungen von Eichler nicht mit verwertheten. Sie erwähnen noch die angeblich parietale Insertion der Samen, bezeichnen jedoch die Samenknospen dem gegenüber als sicherlich an der Axe befestiget. Sie schreiben der Gattung drei Arten zu. Ob auf Grund nicht veröffentlichter Materialien des Herbarium zu Kew, ist nicht gesagt, es muss das aber wohl ange-

nommen werden, da die beiden von Grisebach als Arten von Labatia bezeichneten Pflanzen, Labatia dictyoneura und chrysophyllifolia mit Labatia sessiliflora Sw. zwei Seiten vorher ausdrücklich als zu Lucuma gehörig bezeichnet werden.

Es war bei diesem Stande der Dinge natürlich, dass ich selbst auch in meiner Abhandlung über Omphalocarpum, Dec. 1881, Labatia Sw. und Labatia Mart. auseinanderzuhalten mich veranlasst sah (p. 296) und für Labatia Sw. die Möglichkeit in's Auge fassen musste, dass sie vielleicht den Artenkreis von Vitellaria in sich aufzunehmen als geeignet sich erweisen könnte (p. 298, Anmerk. 20), in welchem Falle dann für Labatia Mart. ein neuer Name sich nothwendig gemacht haben würde.

---

Ich habe es mir angelegen sein lassen, über diese Punkte weitere Klarheit zu gewinnen und vor allem die dazu nöthigen Materialien mir zu verschaffen.

Durch das gütige Entgegenkommen der Herbarverwaltung in Stockholm erhielt ich zunächst das Original der Pflanze von Swartz, an welchem sich glücklicher Weise noch eine einzelne Blüthe, eine Frucht aber leider nicht mehr vorfand.

Es mochte wohl die an Martius gelangte die letzte der überhaupt wahrscheinlich nur in ein paar Exemplaren vorhanden gewesenen Früchte gewesen sein, und die Hoffnung, dass dieselbe vielleicht in dem Herb. Martius noch zu finden sein möchte, veranlasste mich, in Brüssel darum anzufragen. Ich war hoch erfreut, bei dem Eintreffen dessen, was das Herb. Martius unter Labatia enthält — es sind das lediglich die von Anderson mitgetheilten Fragmente, ein Stückchen eines beblätterten Zweiges ohne Blüthe und Reste einer Frucht —, meine Vermuthung bestätiget zu sehen.

Die von Martius selbst in Brasilien gesammelte Labatia macrocarpa lag mir im Münchener Herbare vor. Aber auch hier fehlte leider die Frucht. Dieselbe war auch im Herb. Martius nicht zu finden. Sie scheint verloren gegangen zu sein. Zum Glücke liess hier die genaue Darstellung Eichler's als Ersatz sich betrachten. Auf die wünschenswerthe vergleichende Untersuchung in anatomischer Hinsicht freilich musste verzichtet werden.

So war ich in den Stand gesetzt, über das Verhältniss von Labatia Sw. und Labatia Mart. in's Reine zu kommen.

Dabei zeigte sich, dass auch noch eine andere von Martius gesammelte, aber weit ab von der Familie der Sapotaceen untergebrachte Pflanze des Herb. Monacense zur Erweiterung des gewonnenen Resultates verwerthbar sei, gleichwie auch eine von Pohl herrührende als Lucuma glomerata Miq. veröffentlichte Pflanze.

Das machte es, um nach allen Seiten hin zu einem Abschlusse über Labatia zu gelangen, wünschenswerth, auch die von Grisebach aufgestellten Arten, Labatia dictyoneura und chrysophyllifolia, in die Untersuchung mit einzuschliessen. Sie wurden mir aus Göttingen, wie z. Th. (L. dictyoneura) auch aus dem Herb. De Candolle mit dankenswerthester Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt.

Das Resultat nun aus der Untersuchung all dieser Materialien, das ich der Einzelbetrachtung derselben in Kürze vorausschicken will, ist das folgende.

1) Es ergab sich schon bei oberflächlicher Besichtigung dessen, was von der Frucht der Labatia sessiliflora Sw. im Herb. Martius vorhanden war, dass dieselbe, abgesehen von der viel geringeren Grösse, vollkommen und nament-

lich hinsichtlich der Verwachsung der Samen mit dem Pericarpe bis auf eine kleine Stelle des Samenrückens ebenso sich verhalte, wie die Frucht von Labatia macrocarpa gemäss der Beschreibung und Abbildung Eichler's, welche das Fehlen dieser Frucht für die Vergleichung der morphologischen Verhältnisse kaum fühlbar werden liess. Es war darnach wohl als zweifellos anzusehen, dass Eichler selbst auch die im Herb. Martius verbliebene Frucht der Labatia sessiliflora Sw. bei seinen Studien über die Sapotaceen untersucht und mit der von Labatia macrocarpa Mart., die ihm (der nicht bloss als Copie aus Mart. Nov. Gen. erscheinenden Darstellung wenigstens des einen, von der Seite gesehenen Samens gemäss) ohne Zweifel ebenfalls zur Verfügung gestanden, verglichen habe, und dass er erst auf Grund des übereinstimmenden Befundes, ohne aber das dem Leser zu erkennen zu geben, die schon von Martius in wider Erwarten sich nun bestätigender Weise vorgenommene Vereinigung der brasilianischen mit der westindischen Pflanze in eine Gattung wiederhergestellt habe. Eine Hinweisung auf die Autopsie der Swartz'schen Pflanze wäre hier um so mehr am Platze gewesen, als die trotz autoptischer Untersuchung in Irrthümern sich bewegende Darstellung von Martius so kurz erst vorhergegangen war und von Eichler citirt wird.[1])

2) Auch eine der beiden von Grisebach aufgestellten Arten, nämlich Labatia chrysophyllifolia, erwies sich als in der That der Gattung Labatia zugehörig. Die andere dagegen, Labatia dictyoneura, hat in die

1) Ich habe es nicht unterlassen, bei Herrn Professor Eichler brieflich anzufragen, ob sich hinsichtlich der hier berührten Verhältnisse eine bestimmte Erinnerung bei ihm erhalten habe. Die Antwort war jedoch bezüglich des Hauptpunktes eine verneinende, und was die Nebendinge betrifft, so möchte eine Mittheilung der Erinnerungen über sie nicht von irgend welchem Nutzen sein.

Gattung Pouteria überzutreten, wie im III. Theile dieser Mittheilungen des Näheren dargelegt werden soll.

3) Mit Rücksicht auf die eigenthümliche Behaarung, welche den eben aufgeführten drei unzweifelhaften — weil im Fruchtzustande bekannten — Arten der Gattung Labatia zukommt, und mit Rücksicht auf eine ihnen eigenthümliche Nervatur des Blattes, Momente auf welche schon Swartz und Martius, gleichwie Grisebach und die Bearbeiter der Sapotaceen in der Flora Bras. aufmerksam waren, lassen sich mit grosser Wahrscheinlichkeit auch noch zwei andere Pflanzen als zu derselben Gattung gehörig bezeichnen, welche beide, wie Labatia macrocarpa Mart., der brasilianischen Flora angehören und unter den Materialien des Herb. Monacense vorhin kurz erwähnt wurden.

Für die eine derselben wird die in Rede stehende Deutung auch durch bestimmte Charaktere der Blüthe unterstützt. Sie ist von Pohl gesammelt und als Sapotacee in der Flor. Bras. VII, p. 81 bereits aufgeführt unter den gleichzeitig veröffentlichten Namen „Lucuma glomerata Miq." und „Labatia glomerata Pohl in Herb.", von welchen fortan der letztere als der in Gebrauch zu nehmende erscheint.

Die andere liegt nur in sterilem Materiale vor und war nach Bemerkungen von Martius, der sie in der Provinz Bahia gesammelt hat, im Herb. Monacense bisher bei einer weit entfernten Familie untergebracht, der sie den anatomischen Charakteren nach nicht zugehören kann. Diese letzteren weisen auf die Familie der Sapotaceen, und zwar auf die Gattung Labatia hin. Mit dieser Auffassung lassen sich die namentlich auf die leider nicht erhaltene Frucht der Pflanze bezüglichen handschriftlichen Bemerkungen von Martius sehr gut in Einklang bringen, worauf ich zurückkommen werde. Es mag die Pflanze, um auf

die Stellung hinzudeuten, welche ihr Martius in seinen Aufzeichnungen und im Herbare gegeben hatte, als Labatia parinarioides bezeichnet sein.

---

Nach diesem summarischen Berichte über die gewonnenen Untersuchungsresultate gehe ich zur Darlegung dessen über, was über die in Rede stehenden Arten im einzelnen und über die aus ihrer Zusammenfassung zu entnehmende Kennzeichnung der Gattung im allgemeinen sowie über die Verwandtschaftsverhältnisse beider zu bemerken ist, und fasse das schliesslich in üblicher Weise in einer kurzen Charakteristik der Gattung und ihrer einzelnen Arten zusammen. —

Was zunächst Labatia sessiliflora Sw. betrifft, so ist in den Angaben von Swartz, obwohl sie so mannigfachen Anstoss erregt haben, doch eigentlich nicht etwas direct Falsches enthalten, wenn wir von der Zahl der Staminodien (zwei, statt vier) und von der Darstellung des Embryo als Samens absehen. Und selbst diese Angaben lassen sich entschuldigen. Die Staminodien werden nämlich bei den damit versehenen Sapotaceen bekanntlich nicht immer gleichmässig und vollzählig ausgebildet, und so kann das auch bei einer einzelnen, von Swartz gerade untersuchten Blüthe der Fall gewesen sein. Und was von den Samen gesagt ist, dass sie einzeln stehen, länglich und zusammengedrückt seien, ist für die wirklichen Samen wohl ebenso zutreffend, wie für den die Samenschale ausfüllenden Embryo, den Swartz offenbar für den Samen selbst genommen hat.

Unrichtig ist also nur, dass Swartz durch die Bezeichnung der Figur i (Taf. VI) als Samen (in der Figurenerklärung ist statt i der Buchstabe h gesetzt, wie auch statt h und g die Buchstaben g und f, was durch ein Uebergehen der auf der Tafel in entsprechender Reihenfolge mit f be-

zeichneten Figur, des Staubgefässes nämlich, in der Figurenerklärung herbeigeführt worden ist) die Meinung erweckt, dass der Same, wie gewöhnlich, lose in dem Fruchtfache sitze und als Ganzes leicht herausgenommen werden könne, während letzteres nur für den Embryo gilt, und der Same, was eben die Gattungseigenthümlichkeit von Labatia bedingt, bis auf einen Längsstreifen seines Rückens mit der Fruchtwandung verwachsen erscheint.

Es ist das wohl nichts anderes, als eine sehr beträchtliche Verbreiterung der Area umbilicalis unter stärkerem Unebenwerden ihrer Oberfläche, während bei verwandten Sapotaceengattungen dieselbe auf einen Längsstreifen der Bauchseite des Samens beschränkt erscheint, welcher Streifen zwar an Breite bald mehr, bald weniger gewinnen kann, wie das auch innerhalb einer und derselben Gattung, z. B. bei Pouteria, an verschiedenen Arten sich findet, so aber dass derselbe an seiner breitesten Stelle doch kaum je, z. B. bei Pouteria ochrosperma, mehr als den sechsten Theil der Querschnittscircumferenz eines Samens einnimmt. Würde bei Arten von Pouteria eine noch beträchtlich stärkere Verbreiterung dieses Nabelfeldes zur Beobachtung gelangen, so würde damit der Unterschied zwischen Pouteria und Labatia allerdings vielleicht derart abgemindert werden, dass beide Gattungen in der That als ein zusammengehöriges Ganzes unter dem Namen Pouteria, wie bei A. De Candolle, aufgefasst werden könnten, wie es ja früher schon auf Grund ganz anderer, aber falscher Vorstellungen über Aehnlichkeiten in der Fruchtbeschaffenheit (nach der gar nicht hieher gehörigen Abbildung bei Aublet) durch Swartz und andere geschehen ist. Doch stünden dem immer noch die Eigenthümlichkeiten der vegetativen Organe (Nervatur und Behaarung der Blätter) entgegen.

Was Swartz über die Natur der Frucht anführt — „capsula subrotunda, sessilis, magnitudine nucis moschatae,

scabrosa, ferruginea, quadrilocularis; dissepimentis luteis" — hat wohl am meisten, und zunächst ihn selbst auf Abwege geführt.

Diese Bezeichnung ist wahrscheinlich aus der Untersuchung der getrockneten Frucht hervorgegangen, und es mag wohl, wie schon oben bemerkt wurde, die Vorstellung von einem schliesslichen Aufspringen der Frucht, wie es den Kapselfrüchten gewöhnlich zukommt, bei Swartz vorhanden gewesen sein. Uebrigens wurden und werden ja nicht selten trockenschalige Früchte, auch wenn eine eigentliche Dehiscenz derselben nicht beobachtet ist oder in der That fehlt und höchstens durch eine aus äusseren Einflüssen abzuleitende, späte Desintegration des Fruchtgehäuses vor dem Keimen der Samen ersetzt wird, als kapselartige Früchte bezeichnet[1]), und bei den mancherlei Abstufungen zwischen einer spät und unregelmässig sich öffnenden häutigen, oder etwas fleischigen, oder drupösen Kapsel und einer mehr oder minder saftlosen Beere kann man in der That mitunter in Zweifel sein, welche Bezeichnung die angemessenere sei.

Für Labatia sessiliflora lassen die vorliegenden Reste der Frucht jene Bezeichnung derselben als die zutreffende erscheinen, welche Grisebach für seine Labatia chrysophyllifolia, zum Theil mit den nach dem Verhalten der frischen Frucht gewählten Worten von Wright, gegeben hat: „Bacca fragilis, scabra, sarcocarpio tenui."

An den Resten der im Herb. Martius befindlichen Frucht von Labatia sessiliflora, welche nach ihren Grössenverhältnissen ganz der Abbildung von Swartz entspricht, aber nur 3 Fächer, 2 kleinere und 1 grösseres besitzt (nach Swartz Fl. Ind. occ. p. 265, observ. kommen auch zweifächerige Früchte vor), ist sehr deutlich die Ver-

1) Man vergleiche nur die betreffenden Definitionen z. B. von Gärtner und von Bischoff.

wachsung der Samenschale mit der Fruchtwand bis auf einen oben schmäleren, unten breiteren Streifen des Samenrückens wahrzunehmen, ähnlich wie sie Eichler für Labatia macrocarpa in der Flora Bras. VII, tab. 24 dargestellt hat.

Der freie Streifen nimmt an seiner breitesten Stelle nahe der Basis der Frucht ungefähr die Hälfte der peripherischen Wandung des Faches ein, über der Mitte nur mehr ein Drittel.

Nur seiner Ausdehnung entsprechend ist die Innenseite des Pericarpes von einem glatten, glänzenden, wie gefirnisst aussehenden, gelbbraunen Endocarpe überzogen, sowie seinerseits der Same von einer matt glänzenden Epidermis.

Das Pericarp der noch nicht ganz ausgereiften Frucht ist dünn, knapp 0,5 mm stark, in seinem äusseren Theile mit zahlreichen, bis hirsekorngrossen Nestern gelblicher, mässig dickwandiger Sklerenchymzellen durchlagert, welche auf der äusseren und inneren Pericarpfläche, ja selbst auf der Innenseite der Samenschale, soweit diese mit dem Pericarpe verwachsen ist, als knötchenartige Unebenheiten sich bemerkbar machen, wie das für die Aussenfläche auch Swartz in Wort und Bild angedeutet hat („capsula ... scabrosa“ l. c. p. 265).

Schon daraus erhellt, dass die Samenschale sehr dünn ist. Sie hat nur Papierdicke, so dass die selbst auch dünnen Scheidewände, obwohl sie beiderseits von der Samenschale überzogen werden, nur 0,25 mm Querdurchmesser besitzen. Bei der vollen Reife mag sich das einigermassen ändern.

Das Pericarp besteht der Hauptsache nach aus zahlreichen Schichten zusammengedrückter Parenchymzellen, zwischen welchen besonders im inneren Theile weite Elemente mit farblosem, kautschukführendem Milchsafte eingebettet sind. Der Milchsaft besitzt bröckelig-körniges Aussehen; er

wird durch Wasser und Alkohol kaum verändert; Aether scheint etwas davon zu lösen; die körnigen Theile sind doppeltbrechend (Kautschuk); sie färben sich durch Jodlösung weniger stark gelb als die Grundmasse, der sie eingebettet sind. Die Zellschichten bilden zu mehreren Lagen, in denen wechselweise gelbbrauner und farbloser Zellinhalt vorherrscht.

Das Endocarp wird von ebenfalls parenchymatösen, flachen Zellen gebildet mit polygonalem Umrisse und braungelbem Inhalte.

Auch die noch nicht vollkommen ausgebildete Samenschale stellt sich als aus zahlreichen Lagen flacher Zellen bestehend dar. Die am freien Theile der äusseren Oberfläche sind mit einer feinkörnigen Cuticula überzogen, desshalb matt glänzend und schwer benetzbar. Die der wachsglänzenden inneren Oberfläche sind den Zellen des Endocarpes ähnlich, aber kleiner. Nahe der inneren Oberfläche verlaufen zahlreiche, netzförmig anastomosirende und einander überquerende Gefässbündel, die stärkeren etwas tiefer liegend und von gelbbrauner, die feineren oberflächlicher gelegen und von weissgelber Farbe, eine ebenso gefärbte, mehrere Zellschichten starke Lage der Samenschale, welche als mit der Testa verwachsene Endopleura („Integumentum interius" Martius über Labatia etc., p. 574), wie auch sonst bei den Sapotaceen (Radlk. über Omphaloc., p. 275) aufgefasst werden kann, von der beiderseits dunkelbraunen, dazwischen aber für den grössten Theil ihres Querschnittes selbst auch heller gefärbten, eigentlichen Testa stellenweise deutlicher trennend.

Die Gefässbündel treten an dem obersten Ende des inneren Fachwinkels von der Axe der Frucht aus in die Samenschale ein, hier die Nabelgrube (Omphalodium) an dem Scheitel des Samens markirend, durchsetzen aber die Samenschale nicht auf dem kürzesten Wege, sondern in stark schiefer Richtung und treten nun auf der Innenfläche nicht

direct der Eintrittsstelle gegenüber, sondern in beträchtlicher Entfernung nach abwärts von dieser an dem der Peripherie der Frucht zugewendeten Theile des Samens hervor. Namentlich ist das sehr deutlich der Fall für 3 oder 4 stärkere Gefässstränge, welche zu einem Complexe vereinigt die Samenschale durchziehen und nach ihrem Hervortreten auf der Innenfläche schwach divergirend bis zum unteren Ende des Samens herablaufen, so dass die beiden zumeist nach rechts und links auseinander tretenden ungefähr den Grenzlinien des freien Rückenstreifens des Samens folgen oder doch nur wenig über diese hinausgreifen.

Dieses Verhalten der Gefässbündel erklärt die unrichtige Auffassung der Sameninsertion durch Martius.

Indem derselbe den schiefen Verlauf der Gefässbündel in der Samenschale selbst von der äusseren zu der inneren Oberfläche nicht in Rechnung zog und die Eintrittsstelle derselben, die Nabelgrube, an dem äusseren Endpunkte einer radiär die Samenschale durchsetzenden Linie sich dachte, an deren innerem Endpunkte die Gefässbündel deutlich in die Erscheinung treten, gelangte er dazu, die Anheftungsstelle der Samen an die peripherische Fruchtwand zu versetzen. Er hat die Sache nur nach der Ansicht des Samens von innen beurtheilt, und eine solche Beurtheilung kann leicht, wenn nicht das vergleichende Studium anderer Sapotaceen zu Hilfe genommen wird, zu dem von ihm begangenen Irrthume führen. Offenbar hat Martius ferner nur die bisher allein erwähnten stärkeren Gefässbündel, die Rückenbündel, wie ich sie nennen will, in's Auge gefasst. Sie sind aber nicht die einzigen stärkeren Gefässbündel, welche von der Nabelgrube aus die Samenschale durchsetzen und zur Innenfläche des Samens gelangen. Ein fast ebenso starker Complex tritt auch an der Bauchseite des Samens nach innen hervor, sich rasch in 3 oder 4 sehr stark divergirende und

alsbald weiter verzweigte Aeste mit stark geschlängeltem Verlaufe spaltend und den grössten Theil des schon erwähnten Netzwerkes bildend. Zieht man auch diese Stränge bei der Beurtheilung der Sameninsertion nach der Innenansicht des Samens mit in Betracht und denkt man sich eine Ebene durch all die Punkte gelegt, in welchen die stärkeren Gefässbündel auf der Innenfläche des Samens deutlich hervortreten, so weist eine in der Mitte dieser Ebene errichtete Senkrechte ziemlich genau nach der höchsten Stelle des inneren Fachwinkels, d. i. nach dem Scheitel des Samens, an welchem die von der Fruchtaxe kommenden Gefässbündel den Samen erreichen. Ob auch an anderen Stellen von dem Fruchtgehäuse aus in die damit verwachsene Samenschale Gefässbündel übertreten, wie das z. B. für die Cocoineen unter den Palmen der Fall ist, dieser Frage nachzugehen erlaubte die gebotene Schonung des spärlichen Materiales nicht.

Hinzugefügt mag, ehe ich von der Betrachtung der Frucht zu der der Blüthe übergehe, noch sein, dass die körnig unebene Aussenfläche des Pericarpes mit kurz zweiarmigen, von der Seite her zusammengedrückten, ziemlich hochrückigen, von der Seite gesehen umgekehrt kahnförmig gestalteten, rostbraunen Haaren bedeckt ist. An der Basis der Frucht finden sich noch zwei eng anliegende Kelchblätter, die ihrer dichten Behaarung nach als die äusseren sich darstellen. Der noch unversehrt erhaltene, kaum halb reife, herausgefallene Embryo, von elliptischer Gestalt, wie ihn Swartz unter unrichtiger Bezeichnung als „Samen“ beschreibt (p. 265 „semina solitaria, oblonga, compressa“) und zeichnet (tab. VI, fig. i), von 6 mm Länge, mit 4 mm breiten, auf einander liegenden, durch das Trocknen abgeflachten, seitlich um nahezu 1 mm verschobenen Cotyledonen und kurzem, breitem, zusammengedrücktem Würzelchen besitzt eine dem Samenrücken entsprechende Krümmung, so dass wohl der eine der Cotyledonen mit diesem in unmittel-

barer Berührung gestanden hat. Die Lage des Keimlings würde dann der entsprechen, welche De Candolle (Prodr. VIII, p. 165) im Gegensatze zu der in Mart. Nov. Gen. dargestellten und in der Flora Bras. (unter Gebrauch derselben Worte wie bei De Candolle, aber offenbar in anderem Sinne) wiedergegebenen beobachtet hat, die Berührungsfläche der Cotyledonen nämlich in einer tangentialen, nicht in einer radialen Ebene mit Beziehung auf die Axe der Frucht gelegen. Uebrigens ist die Lage vielleicht, wie schon De Candolle fragweise hervorhebt, nicht immer die gleiche. In den Zellen des Embryo liess sich trotz seiner unvollständigen Ausbildung beträchtlicher Gehalt von feinkörnigem Amylum nachweisen.

Indem ich nun zur Betrachtung der Blüthe übergehe, bemerke ich, dass dieselbe sich lose anhängend und zwischen Zweig und Blattstiel eingeklemmt an demselben von Swartz gesammelten Zweige fand, welcher auch die Ansatzstellen abgefallener Früchte erkennen liess und durch lang und scharf zugespitzte Blätter von einem anderen, anscheinend steril gewesenen Originalzweige mit breit lancettförmigen, einfach spitzen und denen der Myrte im Umrisse ähnlichen Blättern sich unterscheidet. Da an dem letzteren auch die Form der Epidermiszelleu an der Blattoberseite eine andere ist, als an dem ersteren, worauf ich zurückkommen werde, so dürfte derselbe wohl von einem anderen Strauche herrühren und als eine besondere Form, forma myrtifolia, von dem als forma genuina zu bezeichnenden Materiale zu unterscheiden sein, auf welches nachweislich nach dem eben Gesagten die Beschreibung von Blüthe und Frucht bei Swartz sich bezieht, gleichwie dessen Bezeichnung der Blätter als „folia acuminata.“

Die Blüthe ist durchaus viergliedrig, wie schon Swartz dargelegt hat, und ohne deutlichen Stiel.

Der Kelch besteht aus 2 äusseren, eiförmig-lancett-

lichen, spitzen und 2 inneren, länglichen, stumpfen Blättern. Die äusseren, knapp 2 mm lang, berühren sich mit ihren Rändern an der Basis (in der Knospe wohl auf ihre ganze Länge) und umfassen so die inneren. Sie sind auf der Aussenseite mit zweiarmigen Haaren, welche einen seidenglänzenden Filz bilden, bedeckt; die inneren nur längs der Mittellinie.

Die Krone, etwas unter 2 mm lang, ist vierlappig; die Lappen sind stumpf, aber weniger breit als in der Zeichnung von Swartz, an Länge ein Drittel der Krone betragend.

An den Buchten zwischen den Lappen der Krone finden sich innen die Staminodien, vier an der Zahl — nicht, wie Swartz angab, zwei —, von länglicher Gestalt, stumpf und kürzer als die Lappen selbst.

Von dem untersten Rande der Kronenröhre aus erheben sich die der Röhre an Länge gleichkommenden vier Staubfäden. Antheren waren an denselben nicht vorhanden, sei es, dass sie durch Insecten zerstört, sei es, dass sie, wie das auch für Labatia macrocarpa in der Flora Bras. VII, p. 62 und tab. 24 hervorgehoben ist, nicht zur Ausbildung gelangt waren, die Blüthe also eigentlich als eine weibliche anzusehen ist.

Alle diese Theile, Kronenlappen, Staminodien und Filamente sind kahl, an der Spitze aber (unter dem Mikroskope) papillös.

Das Pistill ist etwas unter 2 mm lang; der Fruchtknoten niedergedrückt kugelig und tief vierfurchig, 0,5 mm hoch, vierfächerig, dicht mit langen, sehr ungleich zweiarmigen Borstenhaaren und kleinen, umgekehrt kahnförmigen Härchen bedeckt, von welchen die ersteren mit ihrem längeren Arme nach oben gekehrt sind und während der Ausbildung der Frucht abfallen; der Griffel, welcher erst nach Hinwegnahme der Borstenhaare auf seine ganze Länge sichtbar wird, ist gerade, nicht ganz 1,5 mm lang, seicht vierfurchig,

seine etwas verdickte Spitze eine stumpfe, undeutlich vierlappige Narbe bildend.

Die Samenknospen sind einzeln in jedem Fache, etwas seitlich am Knospengrunde dem oberen Ende des inneren Fachwinkels eingefügt, der freie Theil nach abwärts gerichtet, ziemlich gerade, am unteren Ende die Micropyle tragend, gegen den äusserst kurzen Nabelstrang somit fast rechtwinklig umgebogen.

Die Blätter sind wechselständig, oder gelegentlich an der Spitze der jungen Triebe nahezu gegenständig, mit kurzem, 3—4 mm langem Stiele, die der schon oben unterschiedenen forma genuina länglich-lancettlich, die grösseren 6—7 cm lang, 2 cm breit, in eine scharfe Spitze allmälig verjüngt, in den Blattstiel allmälig verschmälert, am Rande etwas wellig und schwach umgerollt (so dass auf sie vorzugsweise die Angaben von Swartz passen: „Folia . . oblongolanceolata, acuminata, integra, margine convexa"), lederigstarr, beiderseits mit 8—10 schief abstehenden, hart vor dem Rande bogig anastomosirenden Seitennerven und mit im allgemeinen in nach aussen convexen Bogenlinien schief von innen und oben nach aussen und unten verlaufenden und netzartig anastomosirenden, unterseits wie die Nerven vorspringenden Venen, dunkel braungrün, oberseits nur in der Jugend mit gelbbraunen zweiarmigen Haaren locker bedeckt, später kahl, glatt und glänzend, unterseits nur die jüngeren, halb ausgewachsenen, leicht rostbraun angeflogen von länger gestielten, zweiarmigen, von oben nach unten bandartig zusammengedrückten und rinnig vertieften, gefärbten Haaren, nach deren Verschwinden ein die untere Blattfläche dauernd bedeckender, seidenartig glänzender, silberweisser Ueberzug von dicht angedrückten, kurz gestielten oder ungestielten, dünnwandigen, farblosen, zweiarmigen Haaren zum Vorschein kommt. Die Epidermiszellen der oberen Blattseite sind ziemlich klein, nach den beiden Flächendimensionen gleichmässig

entwickelt, am Rande wellig gebogen und in den Ausbiegungsstellen mit je einem nach aussen gerichteten Tüpfel versehen. Die allein mit kleinen, vertieft liegenden und von einem welligrandigen Cuticularwalle umzogenen Spaltöffnungen versehene, aus verschiedengestaltigen, polygonalen Zellen bestehende, untere Epidermis ist ausgezeichnet durch zahlreiche, hell glänzende, erhabene Punkte oder eigentlich Ringe, welche die zwischen rosettenförmig sie umgebenden Zellen gelegenen Ansatzstellen der vorhin betrachteten Haare darstellen. Aehnliche Stellen finden sich spärlich auch auf der oberen Blattseite. Das Blattfleisch ist näher der unteren als der oberen Fläche durchsetzt von einer zwei- bis dreischichtigen Lage verhältnissmässig grosser, chlorophyllarmer, zahlreiche Luftlücken zwischen sich fassender Zellen, von denen viele oxalsauren Kalk in Einzelkrystallen oder in körnigen Massen enthalten, und über welchen da und dort (auf Flächenschnitten schwerer wahrzunehmende) Milchsaftschläuche mit grumösem Inhalte zu bemerken sind. In diesem chlorophyllarmen Zwischengewebe verlaufen die Gefässbündel, die zarteren ober- und unterseits an das gefärbte Blattfleisch sich anlehnend, die derberen mit ihren sklerenchymatischen Verstärkungen mehr oder minder weit in dasselbe vorspringend. Letztere sind ober- und unterseits von Zellen mit Einzelkrystallen oxalsauren Kalkes, sowie von vereinzelten Milchsaftschläuchen begleitet.

Die Blätter der forma myrtifolia zeigen dem gegenüber in Gestalt, Behaarung und Bau nicht unerhebliche Unterschiede.

Sie sind elliptisch-lancettlich, nur 5,5 cm lang, bei 2,3 cm grösstem Querdurchmesser, welcher genau in die Mitte des Blattes fällt, an beiden Enden einfach spitz (nicht zugespitzt), am Rande wellig, aber kaum umgerollt, etwas dicker und starrer als die der anderen Form und beiderseits mit ungefähr 8 fast wagrecht abstehenden, derberen und etwas entfernt



vom Rande bogig anastomosirenden Seitennerven, gleichwie mit unterseits stärker vorspringenden Venen versehen. Die Farbe der (trockenen) Blätter ist dunkelbraun. Die Oberseite der älteren, bereits kahl gewordenen Blätter besitzt nur matten Glanz. Die Unterseite der jungen Blätter ist, wie das offenbar nach dieser Form schon Swartz hervorgehoben hat („folia juniora inferne aureo-ferruginea nitentia, adultiora argenteo-sericea") mit einem goldig-rostfarbenen, glänzenden Ueberzuge aus gestielten, zweiarmigen Haaren dicht bedeckt, welcher auch an den älteren Blättern nicht vollständig dem darunter befindlichen, silberweissen Ueberzuge aus ungestielten Haaren Platz macht. Die Epidermiszellen der oberen Blattseite sind kleiner als bei der anderen Form, gewöhnlich sechseckig, mit geraden, nur innerhalb der Cuticula etwas wellig gebogenen Seiten und nur undeutlichen Tüpfeln. Die Haarnarben sind an der oberen Blattseite hier verhältnissmässig zahlreich. Die Beschaffenheit der unteren Epidermis und des Blattfleisches ist dieselbe, wie bei der anderen Form.

Die jungen Zweige beider Formen sind etwas kantig und von demselben glänzenden Haarüberzuge bedeckt, wie er sich als oberflächlichere Lage an der Unterseite der jungen Blätter findet. Die älteren Zweige sind kahl, rund und mit weissgrauer Rinde versehen.

Was Labatia macrocarpa Mart. betrifft, so kann ich hinsichtlich der Vergleichung ihrer Fruchtbeschaffenheit mit der für Labatia sessiliflora Sw. im Vorausgehenden dargelegten lediglich auf die Darstellung von Eichler (in Flor. Bras. VII, 1863, p. 61, tab. 24) verweisen, aus der übrigens eine sehr vollständige Uebereinstimmung auf's Augenfälligste hervortritt. Die Frucht selbst der von Martius herrührenden Pflanze des Münchener Herbares ist, wie schon erwähnt, wahrscheinlich verloren gegangen.

Der an einem der betreffenden Zweige vorhandene kurze Fruchtstiel, unter welchem der Zweig selbst knotig angeschwollen ist, besitzt kaum 6 mm Länge, aber 18 mm Dicke und ist an seinem oberen Ende zu einer 28 mm im Durchmesser haltenden Ansatzstelle der Frucht verbreitert.

Ein solcher an Labatia sessiliflora Sw. sich findender Fruchtstiel besitzt kaum mehr als 0,5 mm Länge, so dass die Frucht mit Recht als „sitzend" von Swartz bezeichnet wurde, dabei nur 1,5 mm Breite und eine Ansatzstelle für die Frucht von 2 mm Durchmesser.

In ähnlicher Weise, wie für diese, sind für alle Theile der Labatia macrocarpa — für die Frucht, die Blüthe, die Blätter, die Zweige — die Massverhältnisse beträchtlich erhöhte gegenüber Labatia sessiliflora; es ist das aus den Darstellungen von Martius in den Nov. Gen. et Spec. und von Eichler in der Flor. Bras. im Vergleiche mit den vorausgehenden Angaben für Labatia sessiliflora ebenso, wie das Weitere über diese Theile, zur Genüge ersichtlich.

Nur das mag bemerkt sein, dass die Antheren nicht, wie in der Flor. Bras. angegeben wird, introrse, sondern ebenso, wie bei Labatia sessiliflora, extrors sind. In Benth. Hook. Gen. ist das richtig angegeben.[1])

---

1) Auch in Benth. Hook. Gen. dürfte übrigens, wenn in dem Familiencharakter die Antheren als „extrorsum, lateraliter v. introrsum dehiscentes" bezeichnet werden, mit dem letzteren Ausdrucke zu viel gesagt sein. Derselbe findet sich überdiess in den Gattungscharakteristiken nur unter Lucuma wiederholt und annäherungsweise unter Chrysophyllum („loculis extrorsum v. lateraliter, rarius subintrorsum dehiscentibus"). Gerade bei Lucuma aber, resp. dem, was Benth. und Hook. unter Lucuma zusammenfassen, habe ich nur extrorse Antheren beobachtet, in Uebereinstimmung mit der Flor. Bras., welche auch unter Chrysophyllum, und ebenso unter Sideroxylon, in deren Gattungsdiagnosen auf das Vorkommen introrser Antheren hingewiesen wird, nur je eine Art, Chrysophyllum

vom Rande bogig anastomosirenden Seitennerven, gleichwie mit unterseits stärker vorspringenden Venen versehen. Die Farbe der (trockenen) Blätter ist dunkelbraun. Die Oberseite der älteren, bereits kahl gewordenen Blätter besitzt nur matten Glanz. Die Unterseite der jungen Blätter ist, wie das offenbar nach dieser Form schon Swartz hervorgehoben hat („folia juniora inferne aureo-ferruginea nitentia, adultiora argenteo-sericea") mit einem goldig-rostfarbenen, glänzenden Ueberzuge aus gestielten, zweiarmigen Haaren dicht bedeckt, welcher auch an den älteren Blättern nicht vollständig dem darunter befindlichen, silberweissen Ueberzuge aus ungestielten Haaren Platz macht. Die Epidermiszellen der oberen Blattseite sind kleiner als bei der anderen Form, gewöhnlich sechseckig, mit geraden, nur innerhalb der Cuticula etwas wellig gebogenen Seiten und nur undeutlichen Tüpfeln. Die Haarnarben sind an der oberen Blattseite hier verhältnissmässig zahlreich. Die Beschaffenheit der unteren Epidermis und des Blattfleisches ist dieselbe, wie bei der anderen Form.

Die jungen Zweige beider Formen sind etwas kantig und von demselben glänzenden Haarüberzuge bedeckt, wie er sich als oberflächlichere Lage an der Unterseite der jungen Blätter findet. Die älteren Zweige sind kahl, rund und mit weissgrauer Rinde versehen.

Was Labatia macrocarpa Mart. betrifft, so kann ich hinsichtlich der Vergleichung ihrer Fruchtbeschaffenheit mit der für Labatia sessiliflora Sw. im Vorausgehenden dargelegten lediglich auf die Darstellung von Eichler (in Flor. Bras. VII, 1863, p. 61, tab. 24) verweisen, aus der übrigens eine sehr vollständige Uebereinstimmung auf's Augenfälligste hervortritt. Die Frucht selbst der von Martius herrührenden Pflanze des Münchener Herbares ist, wie schon erwähnt, wahrscheinlich verloren gegangen.

Der an einem der betreffenden Zweige vorhandene kurze Fruchtstiel, unter welchem der Zweig selbst knotig angeschwollen ist, besitzt kaum 6 mm Länge, aber 18 mm Dicke und ist an seinem oberen Ende zu einer 28 mm im Durchmesser haltenden Ansatzstelle der Frucht verbreitert.

Ein solcher an Labatia sessiliflora Sw. sich findender Fruchtstiel besitzt kaum mehr als 0,5 mm Länge, so dass die Frucht mit Recht als „sitzend" von Swartz bezeichnet wurde, dabei nur 1,5 mm Breite und eine Ansatzstelle für die Frucht von 2 mm Durchmesser.

In ähnlicher Weise, wie für diese, sind für alle Theile der Labatia macrocarpa — für die Frucht, die Blüthe, die Blätter, die Zweige — die Massverhältnisse beträchtlich erhöhte gegenüber Labatia sessiliflora; es ist das aus den Darstellungen von Martius in den Nov. Gen. et Spec. und von Eichler in der Flor. Bras. im Vergleiche mit den vorausgehenden Angaben für Labatia sessiliflora ebenso, wie das Weitere über diese Theile, zur Genüge ersichtlich.

Nur das mag bemerkt sein, dass die Antheren nicht, wie in der Flor. Bras. angegeben wird, introrѕ, sondern ebenso, wie bei Labatia sessiliflora, extrors sind. In Benth. Hook. Gen. ist das richtig angegeben.[1])

---

1) Auch in Benth. Hook. Gen. dürfte übrigens, wenn in dem Familiencharakter die Antheren als „extrorsum, lateraliter v. introrsum dehiscentes" bezeichnet werden, mit dem letzteren Ausdrucke zu viel gesagt sein. Derselbe findet sich überdiess in den Gattungscharakteristiken nur unter Lucuma wiederholt und annäherungsweise unter Chrysophyllum („loculis extrorsum v. lateraliter, rarius subintrorsum dehiscentibus"). Gerade bei Lucuma aber, resp. dem, was Benth. und Hook. unter Lucuma zusammenfassen, habe ich nur extrorse Antheren beobachtet, in Uebereinstimmung mit der Flor. Bras., welche auch unter Chrysophyllum, und ebenso unter Sideroxylon, in deren Gattungsdiagnosen auf das Vorkommen introrser Antheren hingewiesen wird, nur je eine Art, Chrysophyllum

Bezüglich der Nervatur hat Martius (Sitzungsb. l. c. p. 574) schon hervorgehoben, dass die Seitennerven des Blattes nicht so deutliche bogige Anastomosen bilden, als wie bei Labatia sessiliflora, und dass die Venen von mehr parallelem Verlaufe sind als dort. Sie sind zugleich von grösserer Zartheit.

Auf die Aehnlichkeit der Behaarung von Labatia macrocarpa und sessiliflora hat ebenfalls schon Martius und Eichler hingewiesen („folia . . praesertim juniora . . pilis malpighiaceis splendentia“ Mart. Nov. Gen. II, p. 71; „auch im Habitus kommen beide Pflanzen überein: in den an den Zweigen sitzenden, sehr kurz gestielten Blüthen, in dem parallelen Verlaufe der stark hervortretenden Secundärnerven und in dem Indumente feiner Haare, welche der Unterseite einen eigenthümlichen Schiller verleihen“ Mart. Sitzungsb. l. c. p. 574; „folia subtus pellicula sericante e pilis arcte complicatis obducta“ Eichl. in Fl. Bras.). Es sind, um über dieses Moment noch näher zu berichten, an den jungen Blättern von L. macrocarpa unterseits dieselben zwei Lagen verschiedenartiger Haare vorhanden, wie bei L. sessiliflora, an den älteren Blättern, wie es Martius indirect durch Hervorhebung des hierauf beruhenden „Schillers“ ausgedrückt hat, grösstentheils nur mehr die unmittelbar der Blattfläche

---

rufum Mart. und Sideroxylon elegans A. DC. aufführt, bei welcher sich diese Angabe speciell wiederholt findet. Von diesen beiden Arten fehlen mir leider Blüthen zur Nachuntersuchung. Für Sideroxylon elegans aber steht mit dieser Angabe die ursprüngliche in Poeppig und Endl. Nov. Gen. III, p. 71, tab. 282 „antherae loculis latere dehiscentibus“ nicht im Einklange, und so wird es wohl im allgemeinen wahrscheinlich, dass ausgesprochen introrse Antheren bei den Sapotaceen kaum vorkommen. Die dem entgegenstehenden vereinzelten Angaben mögen vielleicht ihre Erklärung darin finden, dass die Antheren häufig versatil sind, und so bei Untersuchung voll geöffneter Blüthen mit schon entleerten Antheren leicht Täuschungen Platz greifen können.

aufliegende, je nach dem Alter des Blattes selbst auch mehr oder weniger im Verschwinden begriffene Lage. An der Oberseite des Blattes finden sich ebensolche Haarnarben, wie bei L. sessiliflora.

Auch der innere Bau des Blattes ist ganz ähnlich dem von L. sessiliflora. Nur tritt das chlorophyllärmere Zwischengewebe weniger deutlich hervor. Die Epidermiszellen der oberen Blattseite sind regelmässig sechsseitig, mit geraden, nur innerhalb der Cuticula deutlich wellig gebogenen Seiten und mit ziemlich deutlichen Tüpfeln daneben. Die Epidermiszellen der unteren Blattseite sind mit winkelig gebogenen Cuticularleisten versehen, welche von den Ansatzstellen der Haare rings ausstrahlen.

Die Uebereinstimmung in einer wesentlichen Eigenthümlichkeit des Fruchtbaues, welcher gemeinschaftliche Eigenthümlichkeiten der vegetativen Organe, Nervatur und Behaarung der Blätter, zur Seite stehen, rechtfertiget bei der gleichartigen Organisation der Blüthe unbedingt die Zusammenfassung von L. sessiliflora und L. macrocarpa in eine Gattung, trotz der verschiedenen Grössenverhältnisse aller Theile.

Die eben erwähnten Eigenthümlichkeiten rechtfertigen zugleich die Unterscheidung der Gattung Labatia von der zunächst verwandten Gattung Pouteria Aubl. emend. Man könnte, wie schon erwähnt, zweifelhaft darüber sein, ob die weit gehende Verwachsung der Samen, da bei Pouteria selbst auch Analoges in verschiedenem, wenn auch immer in geringerem Grade vorkommt, und da so doch nur ein quantitativer Unterschied sich darin ausspricht, ausreichend erscheine für die Aufrechterhaltung der Gattung Labatia neben Pouteria; die qualitativen Eigenthümlichkeiten der vegetativen Organe (der Blätter) beseitigen sicherlich diesen Zweifel.

Es sind also wesentlich andere Momente, auf welchen

die generische Uebereinstimmung von Labatia sessiliflora Sw. und Labatia macrocarpa Mart. beruht, und auf welchen die Gattung Labatia überhaupt beruht, als die, welche **Martius** zur generischen Vereinigung der genannten beiden Arten Veranlassung gegeben zu haben scheinen.

Es war das wohl hauptsächlich die Viergliedrigkeit der Blüthe und Frucht, welche ihn später noch in übergrosser Erweiterung der Gattung dazu führte, dass er alle viergliedrigen Lucuma-Arten, resp. Pouteria-Arten, zu Labatia rechnete (s. Mart. Hb. Fl. Bras., p. 170: „Lucumae genus mihi quidem a Labatia non nisi numero quinario, in illa quaternario, differre videtur"). Weiter mag die von ihm auch sehr wohl bemerkte tiefe Insertion der Staubgefässe („stamina 4 e fundo corollae" Mart. Nov. Gen. II, p. 70) dabei im Spiele gewesen sein, welcher Analoges in den Darstellungen von Swartz und in der Beschreibung von Pouteria Aubl. enthalten ist. Und nun vor die Wahl zwischen Labatia Sw. und die von Swartz selbst damit in Verbindung gebrachte Gattung Pouteria Aubl. gestellt, um einen Anknüpfungspunkt für seine Pflanze zu gewinnen, ist es wohl natürlich, dass er nach Labatia Sw. griff, da die Darstellung ihrer Frucht jedenfalls eher mit dem, was ihm vor Augen lag, sich vereinigen liess, als die Darstellung der fremdartigen, übrigens als Tiliaceen-Frucht damals von Martius noch nicht erkannten vierklappigen Frucht bei Aublet.

Es ist ein Zufall, dass Martius durch die Darstellung Aublet's auf Labatia Sw. hingewiesen wurde und ein noch weiterer Zufall, dass die später auf Grund einer ganz unrichtigen Auffassung dieser und seiner Pflanze erneute Behauptung von der generischen Zusammengehörigkeit beider sich gerade durch die Richtigstellung dieser Auffassung wirklich bewahrheitet hat. —

Eine Bemerkung mag noch, ehe ich Labatia macrocarpa verlasse, hier mitgetheilt sein, welche in den handschriftlichen

Reisenotizen von Martius enthalten ist, bisher aber noch nicht, auch nicht in dem Kapitel De Usu Sapotacearum der Flora Bras. veröffentlicht wurde, dahin gehend, dass die Frucht der an den feuchten Ufern des Japurá als grosser Baum wachsenden Pflanze den Fischen angenehm sei („fructus piscibus gratus").

Es erinnert mich das an eine Stelle, wenn ich nicht irre von Schomburgk (oder von Spruce?) in Hook. Journ. Bot. (oder in Schomburgk's Reise?), welche ich im Augenblicke leider nicht wieder zu finden weiss, des Inhaltes, dass im äquatorialen America gewisse Fische (wahrscheinlich an überschwemmten, schlammigen Ufern) an's Land zu kommen trachten, um die abgefallenen Früchte eines Baumes aufzusuchen, welche sie besonders gerne verzehren, und dass sie dabei leicht gefangen werden können.

Vielleicht ist dieser Baum, welchen der Autor jener Stelle meiner Erinnerung nach nicht näher bezeichnet, in Labatia macrocarpa Mart., oder wenn nicht gerade in dieser, so doch wohl in einer nahe verwandten Sapotacee zu suchen, da ja die Früchte vieler Sapotaceen hinsichtlich ihres Geschmackes Aehnlichkeit besitzen.

---

Ich komme nun zu Labatia chrysophyllifolia Griseb.

Von ihr liegen mit Blättern und Blüthenknospen versehene Zweige und Fragmente reifer Früchte mit voll ausgebildeten Samen und Embryonen (aus dem Herb. Grisebach) vor.

Die Früchte — um mit der Betrachtung dieser, wie bei Labatia sessiliflora zu beginnen — sind von Grisebach, resp. Wright, wie schon oben (p. 419) erwähnt, richtig als „baccae fragiles, scabrae, sarcocarpio tenui" bezeichnet worden.

Mit Unrecht aber schreibt Grisebach denselben die gleiche Structur, wie den Früchten seiner zu Pouteria zu verbringenden Labatia dictyoneura zu, bei welchen die Samenschale nur eng an das Endocarp angepresst und ihm „adhärirend" erscheint, worauf ich unter Pouteria zurückkommen werde, während sie bei Labatia chrysophyllifolia ganz ebenso bis auf einen mässig breiten Streifen des Samenrückens mit dem Endocarpe verwachsen ist, wie bei Labatia sessiliflora.

Die anatomischen Verhältnisse der Früchte sind in allen Einzelheiten nahezu übereinstimmend mit den für Labatia sessiliflora angeführten. Die vorhandenen Unterschiede erscheinen als Folgen der vollständigeren Ausreifung.

An der grösseren der Früchte von ungefähr 1,8 cm Länge und 1,5 cm grösster Breite, mit in radiärer Richtung (von Rücken- und Bauchseite her) etwas zusammengedrücktem Samen und Fruchtfache, misst der freie Theil des Samenrückens an seiner breitesten Stelle 9 mm; an der kleineren Frucht, von ungefähr 1,5 cm Länge und 1,1 cm Querdurchmesser, 8 mm. Er endet oben unter entsprechender Verschmälerung spitz, unten mit einer Abrundung. Derselbe ist ziemlich glatt, aber nicht glänzend, graugelb von Farbe.

Das Pericarp unterscheidet sich von dem der L. sessiliflora nur unerheblich durch eine minder reichliche Einlagerung von Sklerenchymzellennestern und mag desshalb etwas fleischiger sein als dort. Die Oberfläche ist in Folge dieser Einlagerungen auch hier uneben, gekörnelt; weiter auch hier mit kurz zweiarmigen, seitlich zusammengedrückten Haaren besetzt. Das Innere enthält auch hier Milchsaftschläuche.

Das Endocarp über der freien Stelle des Samenrückens ist glatt und glänzend, braungelb, und wird von flachen, parenchymatösen Zellen gebildet, welche meist drei- und mehrfach länger als breit und mit ihrem längsten Durch-

messer bald nach dieser, bald nach jener Richtung in der Endocarpfläche gekehrt sind.

Die Samenschale von 0,5 mm Dicke besteht aus zahlreichen Lagen gelblicher, stark verdickter und reichlich getüpfelter, ziemlich isodiametrischer Sklerenchymzellen. An dem freien Theile, dessen matte, nicht glänzende Oberfläche an die der Samenschale von Pouteria ochrosperma m. erinnert, bilden kleinere und weniger stark verdickte, nicht streng in einer Ebene gelegene, annähernd sechseckige Zellen mit rundlicher Höhlung die äussere Begrenzung. Nahe der inneren Oberfläche verlaufen ganz ebenso, wie bei L. sessiliflora, zahlreiche Gefässbündel, welche, wie dort, von der am inneren, oberen Ende des Samens gelegenen Nabelgrube aus die Samenschale schief durchsetzen und von einer Art Endopleura überdeckt werden. Diese ist hellbraun und besteht aus flachen, zum Theile dünnwandigen, zum Theile mässig dickwandigen Parenchymzellen von unregelmässiger Gestalt.

Der voll ausgebildete Embryo, der nicht von Sameneiweiss, auch nicht von einer dünnen Lage eines solchen, wie mehrfach der angeblich eiweisslose Keimling gewisser Sapotaceen (s. üb. Omphalocarpum p. 298 und 325 betreffs Vitellaria und p. 298 und 302 betreffs Bumelia) umgeben ist, besitzt zwei dicke, halb ellipsoidische Cotyledonen und ein kleines, punktförmiges Würzelchen. Die Cotyledonen, aussen gelbbraun, innen weisslich, enthalten viel Amylum neben wenig Oel und nahe der Oberfläche grosse Milchsaftschläuche, in deren Inhalt doppeltbrechende Kautschukpartikelchen eingebettet sind, ferner ebenfalls mehr in den äusseren Partieen Zellgruppen mit braunem, in Wasser sich nicht lösendem Inhalte, welcher bei Anwendung von Eisensalzen sich als gerbstoffartige Masse zu erkennen gibt. Die Berührungsfläche der Cotyledonen entspricht hier, soviel sich nach Wiedereinpassung des herausgefallenen Embryo in die Samenschale beurtheilen lässt, weder vollkommen einer radi-

üren, noch einer tangentialen Ebene in Beziehung auf die Fruchtaxe, sondern einer zwischen beiden gelegenen, mit Annäherung an die erstere.

Die Blüthenknospen, welche ich keineswegs so unausgebildet fand, dass, wie Grisebach zu verstehen gibt, ihre Untersuchung unausführbar gewesen wäre, zeigten in allen Theilen vollständige Uebereinstimmung mit L. sessiliflora.

Sie sind äusserst kurz gestielt, wie die Blüthen von Labatia überhaupt.

Die zwei äusseren, mit ihren Rändern sich klappig berührenden Kelchblätter sind dicht mit goldgelben, seidenglänzenden, zweiarmigen Haaren bedeckt. Die zwei inneren nur an der Mittellinie ihrer Aussenseite.

Die Blumenkrone ist kahl, vierlappig, mit breiten, aber nicht abgestutzten, sondern in eine breite Spitze endenden Lappen und länglich zungenförmigen Staminodien vor den Buchten.

Die Staubgefässe sind dem untersten Rande der Blumenkrone eingefügt, die Staubfäden kahl, die Antheren fast pfeilförmig, extrors, an dem innen verbreiterten Connective etwas über dem Grunde auf der Staubfadenspitze befestiget.

Das Pistill ist ganz von derselben Beschaffenheit, wie es für L. sessiliflora oben beschrieben wurde, auch hinsichtlich der Behaarung.

Die Blätter sind, wie schon Grisebach hervorgehoben hat, durch eine grössere Flächenentwicklung, namentlich der Breite nach, von denen der L. sessiliflora unterschieden: sie sind verkehrt-eiförmig mit aufgesetztem, breit dreieckigem Spitzchen, an Länge die Blätter von L. sessiliflora nur wenig, an Breite aber (im oberen Drittheile) nahezu um das Doppelte übertreffend. Die jungen Blätter sind zugleich dünner, die älteren aber nahezu ebenso dick und starr als dort. Nervatur und Behaarung entsprechen der dortigen voll-

kommen. Auf das verschiedene Aussehen der Unterseite jüngerer und älterer Blätter hat schon Grisebach hingewiesen: „subtus nitore metallico aureo-sericeis vel demum glauco-argenteis.“ Die silberweisse Farbe tritt nach dem Abfallen der gestielten, hier mehr gold- als rostfarbigen Haare hervor und rührt von den dicht der Blattfläche angepressten, ungestielten und farblosen Haaren her. Die beiderlei Haare sind zweiarmig. Die jungen Blätter sind durch das Trocknen braun, die älteren braungrün geworden.

Die obere Epidermis der Blätter besteht aus Zellen mit welligen Rändern und mit Tüpfeln, wie bei L. sessiliflora forma genuina. Das chlorophyllarme, lückenreiche Zwischengewebe des Blattfleisches mit zahlreichen krystallführenden Zellen ist in derselben Weise entwickelt, wie dort. Die untere Epidermis zeigt die eigenthümlichen hell glänzenden Haarnarben, wie die schon vorausgehend betrachteten Arten.

Die jungen Zweige sind rostbraun behaart, die älteren von weisser Rinde bedeckt, wie bei L. sessiliflora.

---

Aus der Zusammenfassung dessen, was den bisher betrachteten drei Arten von Labatia gemeinschaftlich, und namentlich dessen, was ihnen anderen Sapotaceen gegenüber insgemein eigenthümlich ist, ergeben sich Fingerzeige, welche auch minder vollständige Materialien der in diesen drei Arten zu einem sicheren Bestande gelangten Gattung Labatia zuzuweisen erlauben.

Es stellen sich nämlich ausser der ganz eigenthümlichen Verwachsung des Samens mit dem Endocarpe auch die durchgehende Viergliedrigkeit der Blüthe, die zweireihige Anordnung der Kelchblätter und die tiefe Insertion der Staubgefässe, sowie die hängenden Samenknospen als wichtige Momente dar, deren

Zusammentreffen innerhalb der Gattungsgruppe mit sterilem äusserem Staminalkreise und einfachen Kronenlappen vielleicht höchstens noch bei einigen Arten von Pouteria Aubl. emend. wiederkehrt und die nahe Verwandtschaft dieser Gattung mit Labatia darthut.[1])

Dazu kommt die Reducirung der Blüthenstiele und die eigenthümliche Nervatur der Blätter, in dem parallelen und, namentlich nahe der Blattmitte, bogigen Verlaufe der die Seitennerven verbindenden stärkeren Venen sich aussprechend, was übrigens beides gelegentlich auch bei ferner stehenden Gattungen wie Ecclinusa (Passaveria) in ähnlicher Weise sich findet.

Als eigenthümlicher, und desshalb wieder als besonders werthvoller Charakter ist endlich noch zu verzeichnen die doppelte Haarbekleidung der Blattunterseite mit einerseits länger gestielten, mehr oder minder goldgelben, bald abfallenden, zweiarmigen und andererseits fast ungestielten, farblosen, einen nie vollständig verschwindenden, silberweiss glänzenden Ueberzug bildenden, ebenfalls zweiarmigen Haaren.

---

1) Die zweireihige Anordnung der Kelchtheile, welche schon Swartz nicht unbeachtet gelassen und Martius (Nov. Gen. II, p. 70) sammt der klappigen Knospenlage der äusseren Kelchblätter gebührend hervorgehoben hat, ist in Benth. Hook. Gen. II für die Gruppirung der Gattungen im allgemeinen vorzugsweise in Betracht gezogen und im besonderen für die Unterscheidung der Gattung Labatia (Mart.) von den nächst verwandten Gattungen, namentlich von der dort unter Lucuma enthaltenen Gattung Pouteria Aubl. emend., in Verwendung gebracht (s. die Gattungsübersicht p. 651). Ich habe mich schon früher (üb. Omphalocarpum p. 289) in dieser Hinsicht auf die Seite von A. De Candolle und Eichler gestellt, welche der Beschaffenheit des Kelches eine geringere Bedeutung beimessen. So kommt eine deutlich zweireihige Anordnung der Kelchtheile sicherlich auch den Arten von Pouteria zu, und an jungen Knospen wenigstens stehen bei manchen Arten die äusseren Kelchblätter mit ihren Rändern ebenfalls in unmittelbarer Berührung, ja bei Pouteria torta übergreift sogar beiderseits das eine das andere.

Etwas dieser Behaarung einigermassen Entsprechendes habe ich unter den Sapotaceen nur bei Chrysophyllum microcarpum Sw. aufzufinden vermocht, aber auch hier macht sich noch ein beträchtlicher Unterschied geltend, indem die beiderlei Haare weniger ungleich sind, lockerer gestellt erscheinen und ziemlich gleichzeitig abfallen, so dass jener auffallende Wechsel in dem Aussehen des Blattes hier nicht zu Stande kommt, welcher die Labatia-Arten so sehr auszeichnet, dass fast jeder Beobachter irgend einer dieser Arten ihn hervorgehoben hat.

Gestützt auf diese Charaktere glaube ich nicht fehl zu greifen, wenn ich, wie schon oben (p. 416) gesagt, der Gattung Labatia noch zwei Arten zuweise, von deren einer, Labatia glomerata Pohl Herb., bis jetzt die Frucht nicht bekannt geworden ist, wohl aber die Blüthe, von deren anderer, Labatia parinarioides m., umgekehrt die Blüthe fehlt, die Frucht aber wenigstens in einer handschriftlichen Notiz von Martius eine verwerthbare Schilderung erfahren hat.

---

Labatia glomerata Pohl Herb., unter Beifügung eben dieser Bezeichnung in der Flora Bras. VII, Fasc. 32, 1863, p. 81 als Lucuma glomerata Miq. veröffentlicht und bei der Ausscheidung der Gattung Pouteria Aubl. emend. aus Lucuma in meiner Abhandlung über Omphalocarpum, p. 333, als Pouteria glomerata aufgeführt, ist schon Miquel und Eichler durch die eigenthümliche Behaarung und die tiefe Insertion der Staubgefässe aufgefallen, wie in der Diagnose und noch besonders in einer Bemerkung hervorgehoben ist: „Species insignis foliis subtus („pilis minimis arctissime complicatis“ in diagn.) argenteonitentibus, staminibus („insolito generis et ordinis more“ in diagn.) subhypogynis“.

Zunächst diese hier schon als eigenthümlich betonten Verhältnisse der Staubgefässinsertion und der Behaarung sind es, welche in der Pflanze eine Art der Gattung Labatia vermuthen lassen. Dazu kommen noch hängende Samenknospen, wie in der Flor. Bras. l. c. tab. 36 dargestellt ist, sowie eine gleiche Beschaffenheit des tief gefurchten und borstig behaarten Fruchtknotens und Griffels, wie sie für Labatia sessiliflora und chrysophyllifolia im Vorausgehenden angegeben ist; ferner durchgehende Viergliedrigkeit der Blüthe, und zweireihige Anordnung der Kelchblätter; endlich sitzende Blüthenknospen und derselbe Verlauf der die Seitennerven verbindenden, stärkeren, hier aber in ähnlicher Weise, wie bei Labatia macrocarpa verhältnissmässig zarten Venen, wie er für Labatia eben als charakteristisch bezeichnet wurde. Die Schichte silberig glänzender Haare ist ferner an den jüngeren Blättern des mir vorliegenden Exemplares stellenweise noch von gestielten goldglänzenden Haaren überdeckt, welche noch früher wohl einen continuirlichen Ueberzug gebildet haben dürften, hier aber, ähnlich wie bei Labatia macrocarpa und wie die lockerer stehenden der Blattoberseite, rasch verloren zu gehen scheinen. Eine weitere Uebereinstimmung speciell mit L. macrocarpa zeigt die Pflanze in einer stärkeren Verbreiterung und Verflachung der Oberseite des unten convex vorspringenden Mittelnerven der Blätter und in der schwächeren Ausbildung der chlorophyllarmen Zwischenschichte des Blattfleisches, in welcher die Gefässbündel verlaufen. Die Beschaffenheit der oberen und der unteren Epidermis schliesst sich enge an das bei L. macrocarpa Angegebene an, nur sind die Cuticularleisten an der unteren Blattfläche schwächer als dort. Die jungen Zweige sind rostbraun behaart; die älteren von einer graubraunen Rinde bedeckt.

Ich stehe nicht an, die Pflanze nach diesem Befunde für eine Art der Gattung Labatia zu erklären.[1])

---

1) Ob ausser ihr noch eine oder die andere der früher zu Lucuma und in meiner Abhandlung über Omphalocarpum, p. 333, zu Pouteria gerechneten Arten zu Labatia gehöre, wird nur durch erneute Untersuchung der betreffenden Materialien sich feststellen lassen.

Zunächst wäre in dieser Hinsicht Pouteria gomphiaefolia in's Auge zu fassen, für welche auf Tafel 37 der Flor. Bras. l. c. eine ebenso tiefe Insertion der Staubgefässe dargestellt ist, wie für Labatia glomerata. Doch scheinen die Blüthen hier deutlicher gestielt zu sein, und die Blätter sind, abgesehen von den Blattstielen, als kahl beschrieben. Mir liegt die Pflanze nicht vor. Sie mag desshalb Anderen zu näherer Beachtung empfohlen sein.

Da sie als sehr nahe übereinstimmend mit Pouteria lucens m. (Lucuma lucens Mart. u. Miq. in Fl. Bras. l. c. p. 78) bezeichnet wird, für welche in der Diagnose ebenfalls tief inserirte Staubgefässe angegeben werden, so mag auch auf diese, da sie mir gleichfalls fehlt, die Aufmerksamkeit Anderer gelenkt sein.

Der Beschreibung nach besitzt dieselbe übrigens, wie Pouteria gomphiaefolia, kahle Blätter und gestielte Blüthen.

Ausserdem wird sie an der erwähnten Stelle mit Pouteria psammophila (Lucuma p. A. DC.) verglichen, in welcher die Autoren der Flora Bras. auch die Pouteria guianensis Aubl. erkannt zu haben glaubten (s. darüber die Abh. üb. Omphalocarpum, p. 329—332).

Demgemäss mag sie. und mit ihr auch Pouteria gomphiaefolia, der eben genannten Pouteria guianensis Aubl. emend. nahe stehen, für welche ja Aublet auch „filamenta tubo corollae ad basim inserta" angibt, für welche aber eine generische Uebereinstimmung mit Labatia schon durch die verlängerten Blüthenstiele unwahrscheinlich gemacht ist und, wenn ich die Pflanze anders in den mir vorliegenden Sieber'schen Fragmenten richtig erkannt habe (s. üb. Omphalocarpum, p. 331) auch durch die Beschaffenheit der Frucht und des Blattes ausgeschlossen ist, da eine Verwachsung der peripherischen Fruchtwand mit den Samen durch nichts angedeutet ist, und dem Blatte die charakteristische Doppelbehaarung fehlt.

Ausser bei den genannten Arten ist auch noch bei Pouteria Caimito m. (Lucuma C. Röm. u. Sch.) eine tiefere Insertion der Staubgefässe als gewöhnlich, nämlich unter der Mitte der Blumen-

Sie steht ihrem Habitus nach gleichsam in der Mitte zwischen L. chrysophyllifolia und L. macrocarpa. Die Blätter sind länglich verkehrt-eiförmig, mit ganz kurzem, aufgesetztem Spitzchen und nach der Basis zu keilförmig verschmälert (was in der Fl. Bras., tab. 36, nicht gut zum Ausdrucke gebracht ist, indem die Blätter, abgesehen etwa von dem obersten links, zu gestreckt und namentlich in ihrem oberen Theile zu schmächtig gerathen sind), fast doppelt so gross als die der L. chrysophyllifolia, kaum halb so gross als die der L. macrocarpa, in Nervatur und Behaarung, wie schon gesagt, mehr mit dieser als mit jener übereinstimmend. Die Blüthen sind durch ihre geringe Grösse denen der L. chrysophyllifolia und sessiliflora ähnlicher als denen der L. macrocarpa. Was an der Blüthe eigenthümlich erscheint, das ist die schon in der Fl. Bras. l. c. hervorgehobene Verbreiterung der Staminodien bei Verschmälerung der Kronenlappen, so dass die ersteren mehr direct in die verbreiterten Buchten zwischen den letzteren als vor diese Buchten zu stehen kommen.

Dem mag, ehe ich die Pflanze verlasse, noch eine Beobachtung beigefügt sein, welche für die Familie der Sapotaceen überhaupt von Interesse ist.

Bei Labatia glomerata ist an den obersten, verarmten, zum Theile nur zweiblüthigen und gelegentlich in den Nieder-

krone, zu beobachten (s. Fl. Bras. l. c. p. 79, tab. 33). Von dieser Art sind Frucht und Same (mit einem der Angabe nach basilären Omphalodium) bekannt, und nach deren Beschaffenheit ist eine Zugehörigkeit zu Labatia ausgeschlossen.

Vielleicht erweist sich die tiefere Insertion der Staubgefässe als geeignet zur Gruppenbildung innerhalb der Gattung Pouteria.

Bald hoch, bald tief inserirte Staubgefässe werden auch bei anderen Gattungen der Sapotaceen angegeben, das erstere z. B. bei Chrysophyllum sericeum A. DC., das letztere bei Chrysophyllum flexuosum Mart. (s. Fl. Bras. l. c. tab. 41, 39).

blattachseln des letzten Triebes stehenden Knäueln deutlich zu sehen, dass der Blüthe zwei kleine Vorblättchen vorausgehen, und dass die äusseren Kelchblätter, damit alternirend, nach vorn und rückwärts gestellt sind, das hintere das vordere wenigstens an der Basis der einen Seite etwas deckend. Mit dieser Beobachtung wäre die Lücke ausgefüllt, welche Eichler hinsichtlich der diagrammatischen Verhältnisse der Sapotaceen-Blüthen noch gelassen hat (s. Blüthendiagramme I, 1875, p. 332), und zwar in dem Sinne, in welchem er selbst die Blüthendiagramme mit Beziehung auf den Leser orientirt hat, unter Voraussetzung nämlich zweier, nach links und rechts fallender Vorblätter.

---

Was nun die Pflanze betrifft, welche ich hier als Labatia parinarioides der in Betrachtung stehenden Gattung noch einreihe, so ist von derselben nur ein steriler Zweig vorhanden, den ich gelegentlich im Münchener Herbare unter den Chrysobalaneen fand, wohin Martius die von ihm gesammelte Pflanze rechnen zu sollen geglaubt hat.

Martius ist ohne Zweifel schon auf die eigenthümliche Behaarung der Pflanze — die Labatien-Behaarung, wie ich sie schlechthin nennen will — aufmerksam gewesen, und da sich bei gewissen Chrysobalaneen (Couepia subcordata Benth., Parinarium brachystachyum Benth. etc.) etwas Aehnliches findet, nämlich ein Hervortreten eines der unteren Blattfläche anliegenden weissen Haarüberzuges nach dem Verschwinden der dem jüngeren Blatte eigenen gelben Haarbekleidung — nur dass es sich hiebei um Haare von ganz anderer Beschaffenheit als bei Labatia handelt, um Haare, welche wegen grosser Zartheit und starker Kräuselung einen fast unentwirrbaren, fein wolligen Filz bilden —, so mag gerade durch die nur nicht genau genug durchgeführte Beob-

achtung über die Labatien-Blüthen die Zuweisung der Pflanze zur Familie der Chrysophylleen veranlasst worden sein.

Dem stand auch nicht geradezu entgegen, was Martius über die Frucht beobachtet und notirt hat: „Drupa globosa, 1-, rarius 2—3-pyrena. Nucleus in carne acidula oblongo-cylindricus flavescente ellipticus vel ovatus crusta ossea extus scrobiculata. Corculum 1 ovatum album".

Es ist bei der Beziehung dieser Angaben auf eine Labatien-Frucht, wie ich sie hier meine, zu berücksichtigen, dass die Bezeichnung „Drupa", welche Martius auf die Beerenfrüchte auch anderer Sapotaceen — Arten von Pouteria (Labatia Mart. in Hb. Fl. Bras. 1838, p. 170—172) und Chrysophyllum (ebenda p. 174—175) — angewendet hat, gleichwie die A. De Candolle gelegentlich promiscue mit der Bezeichnung „Bacca" oder statt dieser gebraucht (s. Prodr. VIII. 1844. p. 167 unter „Lucuma torta" und „Lucuma Sellowii"), ihm um so mehr geeignet erscheinen musste, wenn, wie das bei der Zuweisung der Pflanze zur Gattung Labatia als selbstverständlich vorausgesetzt ist, die krustöse Samenschale mit dem Pericarpe verwachsen war; und dass sie dieses war, darauf deutet noch besonders die Hervorhebung der unebenen, grubigen Oberfläche der harten Schale — crusta ossea — hin. Die Bezeichnung des Inhaltes dieser Schale als „corculum album", das ist als Embryo, bürgt hinwiederum dafür, dass in derselben eben die Samenschale und nicht etwa ein Putamen mit erst darin enthaltenem, von seiner eigenen Schale umschlossenem Samen zu sehen ist.

Was über die Pflanze weiter beizufügen ist, lässt sich in wenige Worte zusammenfassen.

Sie ist der Labatia glomerata derart ähnlich, dass sie, wenn man nur die oberen Blätter im Auge hält, recht gut auch als blosse Varietät derselben betrachtet werden könnte, welcher nur die keilförmige Verschmälerung der

Blätter an der Basis fehlt. Die oberen Blätter nämlich sind länglich verkehrt-eiförmig, im unteren Theile also wohl schmäler, aber nicht unter geradliniger Begrenzung, mit anderen Worten nicht keilförmig verschmälert, wie bei L. glomerata. Die unteren Blätter sind rein länglich oder elliptisch mit breiter, abgerundeter oder fast abgestutzter Basis, und dieser Umstand lässt es doch angemessener erscheinen, die Pflanze, welche zugleich aus einer anderen Gegend, aus der Provinz Bahia, nicht aus dem Amazonasgebiete ist, als besondere Art aufzufassen. Die unteren Blätter sind sehr kurz gestielt, die oberen länger. In der Grösse, Farbe, Nervatur, Behaarung und Structur sind die Blätter denen der L. glomerata so ähnlich, dass jedes Wort weiter darüber fast überflüssig ist. Die Verbreiterung des Mittelnerven findet sich wie dort. Die unteren Seitennerven sind an den Blättern mit breiter Basis enger zusammengerückt und mehr wagrecht ausgebreitet als die oberen, ähnlich wie bei manchen Chrysobalaneen (Couepia subcordata Benth., Parinarium obtusifolium Hook. f. etc.). Die äussere, goldgelbe Lage von Haaren an der Blattunterseite der jüngeren Blätter stellt sich hier als continuirlicher Ueberzug dar und ist auch an den älteren Blättern stellenweise noch viel deutlicher erhalten als bei L. glomerata. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind weniger deutlich wellig als bei L. glomerata, jedoch getüpfelt. Die Cuticula der Blattunterseite ist mit leistenförmigen Vorsprüngen versehen, wie dort. Die Spaltöffnungen sind, wie bei allen Labatien, klein und etwas eingesenkt. Die Zweigoberfläche ist wie bei L. glomerata.

Bemerkt mag noch sein, dass die Seitenknospen etwas über die Blattachseln am Zweige emporgerückt sind.

Zu allem Ueberflusse endlich füge ich noch bei, dass im Blatte sowohl, wie in der Rinde der Zweige die charakteristischen Milchsaftschläuche der Sapotaceen vor-

handen sind, welche im Blatte am leichtesten auf Querschnitten in der Nähe der Nerven, in der Rinde besonders nach Auflösung des reichlich vorhandenen oxalsauren Kalkes durch Salpetersäure deutlich sich nachweisen lassen.

---

Vergleicht man die hier der Gattung Labatia zugewiesenen fünf Arten hinsichtlich ihrer Verwandtschaftsverhältnisse unter einander, so tritt deutlich hervor, dass die beiden westindischen Arten, L. sessiliflora und chrysophyllifolia, einander näher stehen als den brasilianischen Arten, welche wieder eine engere Gruppe für sich darstellen, ausgezeichnet namentlich durch die grössere Flächenentwicklung des Blattes, bei geringerer Derbheit desselben, und durch die dem entsprechende zartere Venation nebst Verflachung des Mittelnerven und minder starker Entwicklung des chlorophyllarmen Zwischengewebes im Blattfleische. Von den brasilianischen Arten reiht sich an die antillanischen, und zwar an die mit grösseren Blättern als L. sessiliflora versehene L. chrysophyllifolia, zunächst wohl die kleinblüthige L. glomerata und weiter die ihr sehr ähnliche L. parinarioides an. L. macrocarpa mit grösserer Blüthe und Frucht und am stärksten entwickeltem Blatte scheint geeignet, das andere Ende der Reihe zu bilden.

---

Ich fasse schliesslich die Charakteristik der Gattung und ihrer 5 Arten in der eben gedachten Reihenfolge wie üblich zusammen.

Labatia Swartz (Prodr., 1788, p. 2 et 32!; Swartz in Schreb. Gen. II, 1791, p. 790 et in Flor. Ind. occ. I, 1797, p. 263 excl. syn. „Pouteria Aubl.“; Willd. Spec. Pl. I, 2, 1797, p. 500, 623 excl. L. pedunculata W., i. e. Pouteria guianens. Aubl.; Raeuschel Nomencl. Ed. III, 1797, p. 38

excl. L. Pouteria Raeusch., sphalmate L. Panteria, i. e. Pouteria guianens. Aubl.; Römer & Schult. Syst. Veg. III, 1818, p. 8, 163 excl. L. peduncul. W., ut supra; Spreng. Syst. Veg. I, 1825, p. 369 „Styraceae", 428 excl. L. peduncul. W., ut supra; Mart. Nov. Gen. & Spec. II, 1826, p. 70, tab. 161, 162, nec 160, 161 uti in textu refertur, sp. n. bras.: L. macrocarpa!; Don General Syst. IV, 1838, p. 36, planta Swartziana et Martiana; Steudel Nomencl. Ed. II, II, 1841, p. 1 excl. spec. plurim. e Mart. Hb. Fl. Bras. infra cit. huc allatis nec non syn. Velloz., cf. infra et L. macrocarp.; Mart. in Sitzungsber. Münch. Acad. I, 5, 1861, p. 571; Eichler in Flor. Bras. VII, Fasc. 32, 1863, p. 61, tab. 24, cf. supra p. 399, in annot.; Griseb. Cat. Pl. Cub., 1866, p. 166 excl. L. dictyon., Pouteriae spec., cf. infra, incl. vero L. chrysophyllif.! — P o u t e r i a s p e c. Poiret in Lam. Encycl. V, 1804, p. 609, planta Swartziana c. Pouteria guianensi Aubl. confusa; id. ibid. Suppl. III, 1813, p. 228, pl. Swartziana a P. guian. Aubl. distincta, in Suppl. IV, 1816, p. 546 Pouteria sessiliflora nuncupata; Radlk. in Sitzungsber. Münch. Acad. XII, 3, 1882, p. 333, cfr. L. glomerata!. — L a b a t i a e t P o u t e r i a Dietrich Dav. Synops. I, 1839, p. 498, 499, t. Steudel, excl. L. pedunc. ut supra, cfr. L. sessilifl. et macroc. — P o u t e r i a s p. e t L a b a t i a A. De Cand., Prodr. VIII, 1844, p. 164, cfr. L. sessilifl. et macroc. — L u c u m a s p. Miq. et Eichler in Flor. Bras. VII, 1863, p. 81, cfr. Lab. glomerata!. — L u c u m a s p. e t L a b a t i a Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 655, 657, cfr. Lab. sessilifl., chrysophyllif. et macroc. — N o n L a b a t i a Scopoli Introd., 1777, p. 197, Ilicis sp., cf. supra p. 407, annot.; Vellozo, Flor. Flumin. 1825, reimpr. 1881, p. 48, Icon. I, 1827, tab. 125, Ilicis sp., cf. supra p. 406, annot. — N o n L a b a t i a s p. Mart. Herb. Flor. Bras. in Flora 1838, seors. impr. p. 170—174, Pouteriae sp. m. in Sitzungsb. Münch. Acad., Dec. 1881, p. 333): Flores polygami (hermaphroditi et feminei), quadri-

meri. Calyx 4-sectus; segmenta biseriata, duo exteriora mediana, aestivatione valvata, pilis dibrachiatis sericeo-tomentosa, duo interiora lateralia, subimbricata, praeter lineam in latere exteriore medianam glabra. Corolla 4-loba, glabra vel ad marginem villosula; tubus urceolato-cylindricus; lobi imbricati, ovati, subacuti. Staminodia 4, parva, oblonga, sub sinubus vel in sinubus corollae inserta, glabra vel margine villosula. Stamina 4, imae corollae basi ante lobos affixa, corollam aequantia; filamenta filiformia; antherae (in flore femineo abortivae) subsagittato-ovatae, extrorsae, intus supra connectivi dilatati basin affixae. Germen depresse globosum, 4-sulcatum, setis inaequaliter dibrachiatis, brachio longiore sursum versis, pilisque parvis breviter dibrachiatis vestitum, 4-loculare; gemmulae in loculis solitariae, ex summo angulo centrali descendentes, micropyle infera; stylus filiformis, 4-sulcatus, germine longior, basi pilosus; stigma parvum, obtusum, obscure 4-lobum. Bacca subglobosa, 4-locularis vel abortu 3—1-locularis, rufo-tomentella, granulato-scabra, sarcocarpio tenui cellulis sclerenchymaticis coacervatis granuloso, endocarpio undique cum seminum testa connato nec ulla nisi loculorum dorsi parte mediana libera relicta. Semina ovoidea, testa crustacea, prope apicem ad latus interius omphalodio instructa, extus praeter aream dorsalem liberam laevem sulcis scrobiculisque exarata (quasi area, ut in Sapotaceis invenitur, umbilicali maxima instructa), intus sub endopleura testae adnata fasciculis vasorum ab omphalodio perforatione obliqua descendentibus crebris, aliis majoribus subfuscis, aliis minoribus albidis venuste reticulata. Embryo exalbuminosus; cotyledones hemiellipsoideae, carnosae, quoad situm, ut videtur, variabiles, modo plano radiali, modo tangentiali, modo intermedio parallelae, vix oleo, praesertim amylo nec non latice et in cellulis coacervatis substantia quadam tannica foetae; radicula minima, punctiformis. — Frutices vel arbores lactescentes foliorum sparsorum breviter petiolatorum exstipulatorum

venatione eleganti, venis inter nervos laterales parallelis extrorsum oblique arcuatim descendentibus, nec non pilorum dibrachiatorum adpressorum subtus stratum duplicem efficientium nitore metallico, primum ferrugineo-chryseo, dein, stratu exteriore evanido, argenteo insignes, stomatibus parvis plus minus immersis in foliorum pagina inferiore tantum instructae. Flores ad nodos defoliatos glomerulati, subsessiles.

Species 5, Americae tropicae incolae.

Obs. Genus Pouteriae Aubl. emend. proximum, seminis cum endocarpio coalitione nec non pubescentia peculiari praecipue distinguendum.

A. Folia minora (species antillanae).

1. L. sessiliflora Sw. (Prodr., 1788, p. 32!; Flor. Ind. occ. I, 1797, p. 264; Willd. Sp. Pl. I, 2, 1797, p. 623; Raeuschel Nomencl. Ed. III, 1797, p. 38; Röm. et Schult. Syst. Veg. III, 1818, p. 163; Spreng. Syst. Veg. I, 1825, p. 428; Dietrich Synops. I, 1839, p. 498, t. Steud.; Steudel Nomencl. Ed. II, II, 1841, p. 1. — Pouteria guianensis „Aubl.“ Poiret in Lam. Encycl. V, 1804, p. 609, quoad syn. „Lab. sessilifl. Sw.“ — Pouteria sp. altera Poiret in Lam. Encycl. Suppl. III, 1813, p. 228. — Pouteria sessiliflora Poiret in Lam. Encycl. Suppl. IV, 1816, p. 546; A. De Cand. Prodr. VIII, 1844, p. 164. — Lucuma sp. Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 655): Frutex orgyalis et ultra; folia minora, circ. 7 cm longa, 2 cm lata, lanceolata, coriacea, venis validis, supra glabrata, subtus pube adpressa nitida induta; flores parvi, subsessiles; bacca subglobosa, 4- vel abortu 3—2-locularis, magnitudine nucis moschatae, ferruginea.

Forma 1: genuina: Folia oblongo-lanceolata, longiuscule acute acuminata, basi attenuata, nervis lateralibus oblique adscendentibus margine arcuatim anastomosantibus, fuscescenti-viridia, maxime juvenilia tantum subtus pubis

stratu exteriore mox evanido sufferuginea, reliqua omnia pilis epidermidi contiguis solis relictis argentea; epidermidis superioris cellulae margine undulatae, punctatae (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 427).

In insula S. Domingo legit Swartz! (m. Majo et Jun. flor., m. Dec. et Jan. fruct.; servatur in Hb. Holmiensi, nec non fragmenta fructus in Hb. Mart.).

Forma 2: myrtifolia m.: Folia elliptico-lanceolata, utrinque acuta, nervis lateralibus patulis ante marginem arcuatim anastomosantibus, subfusca, juniora pubis stratu exteriore aureo-sufferuginea, adultiora pilis epidermidi contiguis solis relictis argentea; epidermidis superioris cellulae margine vix undulatae (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 428).

In insula S. Domingo legit Swartz! (sine flor. et fruct.; servatur in Hb. Holmiensi, nec non ramulus in Hb. Mart.).

2) L. chrysophyllifolia Griseb. (Catal. Pl. Cub., 1866, p. 166! — Lucuma chrysophylloides, non A. DC., Wr. ed. Griseb. l. c. — Lucuma sp. Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 655): Frutex 6—15 pedes altus; folia minora, circ. 7—7,5 cm longa, 3,5—4,5 cm lata, obovata, apice breviter apiculata, subcoriacea, venis sat validis, supra glabrata, subtus juniora pubis stratu exteriore pulcherrime aurea, adultiora pilis epidermidi contiguis solis relictis argentea; epidermidis superioris cellulae margine undulatae, punctatae (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 437); flores parvi, subsessiles; bacca subglobosa („lutea"), abortu 1-sperma, magnitudine nucis avellanae.

In Cuba occidentali prope Toscano legit Wright! (m. Oct. fruct. et alabastr.; coll. Wright ao. 1860—64, n. 2929; servatur in Hb. Griseb.).

B. Folia majora v. maxima (species brasilienses).

3. L. glomerata Pohl (Herb.) ed. Miq. et Eichl. (in Flor.-Bras. VII, Fasc. 32, 1863, p. 81! in synon. — Lucuma glomerata Miq. l. c. p. 81, tab. 36, fig. 2. — Pouteria glomerata Radlk. in Sitzungsb. Münch. Acad., Dec. 1881, p. 333): Arbor?; folia majora, circ. 12 cm longa, 5 cm lata, ex obovato cuneata, chartaceo-membranacea, nervo mediano supra dilatato, venis tenuioribus, supra glabrata, subtus pubis stratu exteriore aureo mox evanido argentea, epidermidis superioris cellulis margine undulatis punctatis (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 440); flores parvi, subsessiles; fructus —.

In Brasilia aequatoriali ad Rio Maranhão legit Pohl! (circ. ann. 1820; communicata ao. 1839 a Mus. Caes. Vindob. c. Zuccarini servatur in Herb. Monac.).

4. L. parinarioides m.: Arbor (t. Mart. in Obs. mss. n. 2379); folia majora, circ. 12 cm longa, 5 cm lata, superiora obovato-oblonga, basi angustata, inferiora elliptico-oblonga basi lata rotundata vel subtruncata, apice subapiculata, chartaceo-membranacea, nervo mediano supra dilatato, venis tenuioribus, supra glabrata, subtus pubis stratu exteriore aurea, dein pilis epidermidi contiguis solis relictis argentea, epidermidis cellulis margine subundulatis punctatis (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 445); flores —; fructus globosus, (si Martii descriptionem supra p. 444 redditam recte interpreto) baccatus, 1—3-spermus, carne acidula flavescente odore Cydoniae.

In Brasiliae provincia Bahia in ripa fluminis Francisci prope Joazeiro legit Martius! (m. April. 1818; servatur in Hb. Monac.).

Obs. Maçam (an legendum Maçao?) incolis, teste Martio in Obs. mss. n. 2379.

5. L. macrocarpa Mart. (Nov. Gen. et Sp. II, 1826,

p. 71, tab. 161, 162!, nec. 160, 161 ut in textu refertur; Steudel Nomencl. Ed. II, II, 1841, p. 1, excl. syn. „Labatia conica Arrab.?", quae Ilex conica m., cf. supra p. 406 in annot.; A. De Cand. Prodr. VIII, 1844, p. 165; Miq. et Eichler in Flor. Bras. VII, Fasc. 32, 1863, p. 61, tab. 24, fig. 2. — Pouteria macrocarpa Dietrich Dav., Synops. I, 1839, p. 499, t. Steudel. — Labatia sp. Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 657): Arbor vastissima; folia magna, immo maxima, 14—33 cm longa, 4—10 cm lata, obovato-oblonga, subacuta, basi subcuneato-angustata, chartaceo-coriacea, nervo mediano supra dilatato, venis tenuioribus, supra glabrata, subtus pubis stratu exteriore colore aeneo, dein pilis epidermidi contiguis solis relictis subargenteo inducta, epidermidis superioris cellulis extus margine undulatis punctatis (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 431); flores majores, pedicellati, pedicellis quam flores ipsi brevioribus, corollae lobis villosulis; bacca subglobosa, 4-locularis, 4-sperma, major, magnitudine aurantii.

In Brasiliae provincia do Alto Amazonas in ripa umbrosa humida fluvii Japurá inter Maribi et S. Joaõ do Principe legit Martius! (m. Dec. 1819 et Jan. 1820, flor. et fruct.; servatur in Hb. Monac.).

Obs. Fructus piscibus gratus t. Mart. in Obs. mss. n. 2998.

## III. Pouteria.

Der aus der früheren Gattung Lucuma neben Lucuma im engeren und eigentlichen Sinne und neben Vitellaria Gärtn. reform. von mir wieder abgetrennten Gattung Pouteria Aubl. emend. habe ich hier zwei Arten beizufügen, während eine der bei ihrer Wiederherstellung zu ihr gerechneten Arten in der vorausgehenden Betrachtung der Gattung Labatia als L. glomerata nunmehr ihren Platz gefunden hat.

Die beiden zu Pouteria zu verbringenden Arten, P. laevigata m. und P. dictyoneura m., waren ihrerseits, die eine ursprünglich, die andere schliesslich, als Arten der Gattung Labatia aufgefasst worden: die letztere unter der Bezeichnung Labatia dictyoneura Griseb. im Catal. Pl. Cub. 1866, p. 166, nachdem sie ursprünglich als Sideroxylon dictyoneurum Griseb. in den Pl. Wright., 1860, p. 517 aufgestellt worden war; die erstere unter der Bezeichnung Labatia?_ laevigata Mart. im Herb. Flor. Bras., Flora 1838, seors. impr. p. 172, an deren Stelle später die Bezeichnung Lucuma? laevigata A. De Cand., Prodr. VIII, 1844, p. 167 getreten war.

Pouteria dictyoneura ist, wie schon aus diesen Angaben zu ersehen, eine westindische Art, von Wright gesammelt, und die erste Pouteria-Art, welche überhaupt aus diesem Gebiete bekannt wird.

Pouteria laevigata ist eine brasilianische Pflanze, von Martius gesammelt, aber in der Flora Bras. unter den Sapotaceen nicht aufgeführt, weil dieselbe bei der Bearbeitung dieser Familie, wie die handschriftlichen Bemerkungen bei dem betreffenden, mir vorliegenden Exemplare des Münchener Herbares darthun, als zu den Myrsineen gehörig betrachtet worden war.

---

Um zunächst bei dieser Pflanze, bei Pouteria laevigata zu verweilen, so ist die eben erwähnte Auffassung derselben als einer Myrsinee unter Zuhilfenahme der anatomischen Methode leicht als ein Irrthum zu erweisen, und ebenso leicht ist es, obwohl die Pflanze keine Blüthen besitzt, und die von Martius beschriebenen Früchte derselben nicht mehr vorhanden sind, nach derselben Methode die Zugehörigkeit zur Familie der Sapotaceen, der sie ursprüng-

lich als fragliches Glied der Gattung Labatia zugewiesen war, ausser Zweifel zu stellen.

Der Pflanze fehlen nämlich einerseits die Harzbehälter, welche den Myrsineen, abgesehen von der Tribus der Theophrasteen, fast ausnahmslos zukommen und welche die durchsichtigen Punkte der Blätter derselben bedingen (s. darüber Bokorny in Flora 1882, p. 373 etc.). Andererseits besitzt die Pflanze die den Sapotaceen eigenen Milchsaftschläuche in Rinde und Blatt und zugleich die das Indument der Sapotaceen regelmässig bildenden zweiarmigen Haare. Ein Zusammentreffen dieser beiden Momente mit habituellen Charakteren, wie sie der Familie der Sapotaceen zukommen, findet sich anderwärts nicht leicht wieder, wenn nicht bei gewissen Euphorbiaceen. Aber einer Beziehung auf diese Familie steht schon die Beschreibung der Frucht durch Martius hindernd im Wege, der sie in seinen handschriftlichen Aufzeichnungen n. 3013 etwas abweichend von dem Wortlaute des Herb. Fl. Bras. p. 172 als „bacca 2?-locularis, an potius 4-locularis?" bezeichnet hat. Die letztgenannte Zahl der Fächer ist, da zugleich 4 Samen angegeben werden, ohne Zweifel die richtige.

Unter den Sapotaceen nun erweist sich die Pflanze dem Habitus nach als den Arten der Gattung Pouteria zunächst stehend, und die Deutung derselben als Art dieser Gattung wird noch weiter durch die Viergliedrigkeit der Frucht, welche auf Viergliedrigkeit auch der Blüthe zurückschliessen lässt, und dadurch unterstützt, dass diese Gattung vorzugsweise brasilianische, und zwar besonders wieder dem Amazonasgebiete angehörige Arten in sich fasst, in welchem Gebiete auch Pouteria laevigata „in den Wäldern am Japurá" zu Hause ist.

Der Habitus nähert die Pflanze besonders der Pouteria Caimito m., und es scheint das auch von der Frucht

zu gelten, welche Martius mit der der P. Caimito in Vergleich bringt. Was die aus dem Verkehrt-eiförmigen keilförmige Gestalt und die hellbraune Farbe der Blätter betrifft, so ist auch ein Vergleich mit Vitellaria pauciflora m. zulässig. Doch ist bei dieser das Venennetz weitmaschiger; ferner steht sie durch ihren sechsfächerigen Fruchtknoten und durch die Zugehörigkeit zur westindischen Flora weiter ab.

Die anatomischen Verhältnisse des Blattes, und zwar besonders die der Epidermis und des Blattfleisches, sind zunächst ähnlich denen von Pouteria amazonica m.; ausserdem auch denen von Sarcaulus macrophyllus m. (üb. Omphalocarpum p. 310), welche Gattung ja selbst auch wieder der Gattung Pouteria sehr nahe steht.

Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind ziemlich klein, polygonal, annähernd sechsseitig, die Seiten häufig gekrümmt, aber nicht deutlich wellig gebogen. Aehnlich so auch die von P. amazonica und Sarcaulus, während die vieler Pouteria-Arten (P. guianensis, Caimito, torta etc.) mehr oder weniger wellig gebogen und dann häufig auch mit Tüpfeln versehen sind. Die Pallisadenzellen sind von kleinerem Querdurchmesser als die Epidermiszellen, aber ziemlich lang, die Hälfte der Blattdicke für sich in Anspruch nehmend. Ebenso bei Sarcaulus; bei P. amazonica kommen auf die gleiche Dicke zwei Zellschichten. Das Blattfleisch an der unteren Blattseite ist zu deutlich schwammförmigem Gewebe ausgebildet mit ziemlich grossen und regelmässig vertheilten Maschenräumen, welchen annähernd nach Zahl und Anordnung die ziemlich grossen elliptischen Spaltöffnungen entsprechen. Die Epidermiszellen zwischen den Spaltöffnungen, welche in gleicher Höhe damit liegen, sind von unregelmässigerer Gestalt als die der oberen Blattseite und besitzen mässig wellig gebogene Seitenwandungen. Die Cuticula ist glatt. P. amazonica verhält sich ganz ähnlich, nur sind die Lücken im Schwammgewebe

und die Spaltöffnungen kleiner. Sarcaulus nimmt zwischen beiden eine mittlere Stellung ein. Auch bei Pouteria amazonica und Sarcaulus ist die untere Epidermis glatt und liegen die Spaltöffnungen in gleicher Ebene mit ihr, während bei manchen Pouteria-Arten (P. parviflora, ramiflora, crassifolia[1]) etc.), wie auch bei Vitellaria-Arten (V. Rivicoa) die untere Epidermis mit Cuticularleisten versehen ist, und die Spaltöffnungen dann etwas vertieft und von einem Cuticularwalle umzogen erscheinen.

Ausgezeichnet ist Pouteria laevigata vor allen Pouteria-Arten, welche ich damit zu vergleichen Gelegenheit gehabt habe (ausser den schon genannten noch P. chrysophylloides, lasiocarpa und lateriflora) durch das Vorkommen von Krystallzellen, welche je zu dritt oder viert unter der oberen Epidermis in ziemlich zahlreiche Gruppen geordnet oxalsauren Kalk (meist in Einzelkrystallen) enthalten und nach dem Wegschneiden der Epidermis schon unter der Lupe (im auffallenden Lichte) in Form kleiner weisser Punkte sich bemerklich machen. Etwas Aehnliches findet sich bei einzelnen Arten verwandter Gattungen, so bei Chrysophyllum Cainito L. (Sieb. Fl. Trinit. n. 30)[2]) und Chryso-

---

1) Für Pouteria crassifolia mag hier erwähnt sein, dass sie durch das Vorkommen von Sklerenchymfasern im Blattfleische, besonders unter der oberen Epidermis, ausgezeichnet ist und darin sich der Lucuma Valparadisaea Mol. emend. (coll. Bertero n. 1115) nähert.

2) Auf diese Art ist, nebenbei bemerkt, sicherlich auch die in De Cand. Prodr. übergangene Stelle von Plukenet Almag. p. 42, planta 2 zu beziehen: „Arbor jamaicensis laurifolius, prona parte Cyprii expoliti colore fulgentibus et quasi Sandyce tinctis: Chrysodendros Americana. Phytogr. tab. 263, fig. 4 (sphalmate fig. 2). Hujus fructus Star-Apple nostratibus audit." Von Sloane ist dieselbe an der von De Candolle angeführten Stelle, Hist. Jam. II, p. 170 unter „Star Apple-Tree" berücksichtiget, aber ohne Anführung der Tafel. Der letztere Umstand hat wahrscheinlich die Uebergehung der Stelle bei späteren Autoren veranlasst.

phyllum flexuosum Mart. (Hb. Fl. Bras. n. 102), ferner bei Arten von Bumelia, worauf ich in den Bemerkungen über diese Gattung zurückkommen werde.

Die Charakteristik der in Rede stehenden Pflanze, welche ihre Stelle neben Pouteria amazonica finden dürfte, gestaltet sich folgendermassen:

Pouteria laevigata m. (Labatia? laevigata Mart. in obs. mss. n. 3013 et in Hb. Flor. Bras., Flora 1838, seors. impr. p. 172!; Steudel Nomencl. Ed. II, II, 1841, p. 1. — Lucuma? laevigata A. De Cand. Prodr. VIII, 1844, p. 167. — Ommissa in Monographia Sapotacearum Brasiliensium, Flor. Bras. VII, 1863): „Arbor 15—20 pedalis" (Mart. in obs. cit.); rami patentes, plumbeo-fuscescentes, apice (foliaque primordialia) pilis dibrachiatis sericeo-tomentosi, mox glabrati, cortice utriculis laticiferis foeto; folia sparsa versus summitates ramulorum ex obovato-oblongo subcuneata, apice rotundata vel retusa, majora petiolo 1—1,5 cm longo adjecto circ. 12 cm longa, 4 cm lata, penninervia, nervis lateralibus utrinque 8—10 gracilibus arcuatim adscendentibus, subtus prominulis, tenere reticulato-venosa, glabrata, chartaceo-coriacea, subfusca, supra opaca, subtus subnitidula, cellulis crystallophoris sub epidermide superiore ternis quaternis coacervatis insignia (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 455); flores laterales, aggregati, verosimiliter sessiles (cicatrices tantum florum delapsorum obviae); „bacca (Mart. in obs.) ovata, obtusa, cortice fusco lepidoto-scabro, 2 pollices longa, 1½ lata et major, vertice umbilicato, 4-locularis (?); semina 4, uti in Labatia Caimito" i. e. Pouteria Caimito Radlk.

In Brasiliae provincia do Alto Amazonas, in sylvis ad fluvium Japurá, ad S. Joaõ do Principe legit Martius! (m. Dec. 1819; servatur in Herb. Monac.).

Was die westindische Art, Pouteria dictyoneura betrifft, so hat Grisebach, der dieselbe früher (in den Pl. Wright., 1860, p. 517, coll. Wright ao. 1859, n. 1329!, 1330) der Gattung Sideroxylon zugewiesen hatte, nach dem Bekanntwerden der Frucht (coll. Wright ao. 1860—64, n. 2923!) durch die an derselben, wie auch bei anderen Pouteria-Arten, z. B. P. amazonica, P. lasiocarpa, zu beobachtende innige Anschmiegung der hier sehr dünnen Samenschale an das Endocarp und alle an demselben durch die Sklerenchymzellennester des Sarcocarps hervorgerufenen Unebenheiten dazu verleiten lassen, diese Adhäsion, wie er sie selbst nennt, mit der Verwachsung der Samenschale und des Endocarpes an der gleichzeitig von ihm veröffentlichten Labatia chrysophyllifolia als gleichwerthig anzusehen und demgemäss die Pflanze (im Catal. Pl. Cub., 1866, p. 166) als Labatia dictyoneura zu bezeichnen, ohne dass er die Vergleichung bis auf das Aufsuchen des den Labatia-Arten zukommenden freien Rückenstreifens des Samens ausgedehnt hätte. Dabei hätte ihm klar werden müssen, dass ebenso, wie an der diesem Streifen entsprechenden Stelle, die Samenschale sich auch seitwärts verhält bis hin zu dem inneren Winkel des Faches, woselbst allein eine wirkliche Verwachsung an dem hier immerhin sehr breiten Nabel oder Nabelfelde (area umbiliculis) sich findet.

Dieses Nabelfeld beträgt der Quere nach 7 mm bei einer Circumferenz des Samenquerschnittes von 35 mm.[1]) Es

---

1) Sie ist wohl verhältnissmässig die breiteste Nabelfläche, welche bisher bei einer Pouteria-Art zur Beobachtung gekommen ist.

Wenn ich, soweit die mangelhaften Angaben und die ebenfalls mangelhaften Materialien es gestatten, die Pouteria-Arten, von jenen mit der schmälsten Nabelfläche bis zu denen mit der breitesten in eine Reihe ordne und dabei die mit ziemlich gleich breiter Nabelfläche nur durch Kommata trenne, so ergibt sich fol-

ist, wie gewöhnlich, an dem oberen Ende mit der Nabelgrube (omphalodium), der Eintrittsstelle der Gefässe in die Samenschale, versehen. Die Gefässe laufen an der inneren Fläche der Samenschale, überdeckt von einer Art ihr angewachsener Endopleura, ähnlich wie es aus den Abbildungen Gärtner's für Vitellaria bekannt ist (Gärtn. fil. Carpolog. III, tab. 205), über den Samenrücken ziemlich gestreckt in mehreren Aesten nach abwärts, seitlich davon in den verschiedensten Richtungen sich schlängelnd und ein unregelmässiges Netzwerk bildend.

Die Samenschale — um die Betrachtung des Samens gleich zu vervollständigen — ist papierartig dünn, brüchig, abgesehen von den Eindrücken der Endocarp-Unebenheiten glatt und glänzend, braun, aus vielen Lagen flacher, dünnwandiger Zellen bestehend, von denen die äussersten nur wenig mehr verdickte Wandungen besitzen als die übrigen. Durch diesen Bau ist die Samenschale von der fast gleich dünnen, aber aus mässig dickwandigen Sklerenchymzellen bestehenden von Pouteria crassifolia erheblich verschieden und scheint, wenn sie nicht etwa als noch nicht vollständig ausgereift zu betrachten ist, etwas die Art Auszeichnendes zu bilden. Sie ist der des unreifen Samens von Labatia sessiliflora ähnlich. Von den zunächst verwandten Arten, Pouteria chrysophylloides Mart. und Pouteria ramiflora ist leider Material zur Vergleichung nicht vorhanden. Der so beschaffene Same ist einzeln in der Frucht enthalten,

---

gende Uebersicht: P. lactescens; lasiocarpa, Caimito; crassifolia, psammophila; ochrosperma, amazonica; salicifolia, dictyoneura.

Bei keiner dieser Arten erreicht übrigens die Nabelfläche auch nur annähernd den Umfang der Verwachsungsstelle von Same und Endocarp bei den Arten von Labatia. Bei Labatia erscheinen die Verhältnisse zwischen der freien und der in Verwachsung mit dem Fruchtfache stehenden Partie der Samenoberfläche gegenüber Pouteria geradezu als vertauscht.

da ein zweites, dem Fruchtknoten zukommendes Fach fehlschlägt.

Die Frucht ist annähernd kugelig, kurz bespitzt, von ungefähr 1,8 cm Durchmesser, an ihrer Oberfläche mit rostbraunen, kurz zweiarmigen Haaren besetzt.

Das Pericarp ist gegen 3 mm dick, gelblich, trocken fleischig und körnig von Nestern mässig dickwandiger Sklerenchymzellen, welche, soweit sie dem Endocarpe nahe liegen, als Unebenheiten auf dessen Innenfläche vorspringen. Es enthält Milchsaftschläuche von ungleicher Weite, welche sich besonders unter dem Endocarpe, schon unter der Lupe sichtbar, als dunkleres Netzwerk hinziehen.

Das Endocarp besteht aus kurz bandartigen, in verschiedenen Richtungen liegenden, dünnwandigen Zellen und ist an zahlreichen Punkten durch die Sklerenchymzellennester des Fruchtfleisches in die Samenschale eingedrückt.

Der Embryo ist frei von Endosperm. Die Cotyledonen liegen, soviel sich an dem durch das Austrocknen zusammengeschrumpften und lose gewordenen Embryo erkennen liess, den Seitenflächen des Samens an. Sie sind braun und hornartig hart in Folge des Trocknens und enthalten Amylum, sowie eine in Wasser mit gelber Farbe sich lösende gerbstoffartige Masse und Kautschukpartikelchen bergenden Milchsaft.

Alle diese Verhältnisse stimmen vollständig überein mit den die Gattung Pouteria charakterisirenden, innerhalb welcher vielleicht die verschiedene Dicke der Samenschale und die verschiedene Breite der Nabelfläche sich zur Bildung engerer Gruppen seiner Zeit wird verwenden lassen.

Auch die Blüthen weisen auf die Gattung Pouteria hin und schliessen sich durch ihre Anordnung in reichgliedrigen, axillären Büscheln und ihre längeren Stiele zunächst an Pouteria chrysophylloides an, mit welcher

sie auch den nur zweifächerigen Fruchtknoten (gleichwie mit Pouteria ramiflora) gemein haben.

Sie besitzen 4 Kelchtheile (nicht 5, welche irrthümliche Angabe Grisebach's schon Asa Gray in den Pl. Wright. p. 517 berichtiget hat), von denen 2 einander gegenüberstehende mit ihren Rändern die anderen beiden decken, ohne aber, wie bei Labatia, sich selbst mit ihren Rändern zu berühren. Es sind das, wie aus ihrer Lage in der Krümmungsebene der an der Spitze des Blüthenstieles etwas gegen die Abstammungsaxe übergebogenen Blüthe zu erkennen ist, die in der Medianlinie der Blüthe stehenden Kelchblätter, in ihrer Stellung somit ganz entsprechend den äusseren Kelchtheilen bei Labatia, denen, wie oben für Labatia glomerata dargelegt wurde, zwei Vorblätter vorausgehen.

Die Krone ist tief vierlappig.

Die vier Staminodien, vor den Buchten der Krone stehend, sind pfriemlich.

Die vier Staubgefässe, vor den Lappen der Krone stehend, sind am oberen Rande der Kronenröhre eingefügt. Die eiförmigen Antheren besitzen ein innen etwas verbreitertes Connectiv und dem entsprechend aus seitlicher Lage etwas nach aussen gewendete Fächer.

Der Fruchtknoten ist zweifächerig; die beiden Fächer stehen über den äusseren Kelchblättern, wie das auch für Pouteria chrysophylloides und ramiflora in der Flor. Bras. VII, tab. 36 und 32 in den Diagrammen ausgedrückt ist. Die Oberfläche des Fruchtknotens ist kaum gefurcht, von kurz zweiarmigen, etwas krausen Haaren rauhhaarig. Der Griffel ist fädlich, kurz, die Narbe stumpf.

Die Samenknospen sind einzeln in den beiden Fächern, aufsteigend, denen von Pouteria chrysophylloides und ramiflora nach der Darstellung der Flor. Bras. tab. 36 und 32 entsprechend. Da das Omphalodium

am reifen Samen sich oben findet, so scheint hier, ähnlich wie bei Achras Sapota (s. üb. Omphalocarpum p. 272), die Streckung des Samens während der Samenreife wesentlich in der Anheftungsregion vor sich zu gehen.[1])

Die Blätter an den blühenden Zweigen sind klein, in Grösse, Form und Nervatur denen von Pouteria chrysophylloides entsprechend, nur dass das Venennetz noch deutlicher als dort hervortritt. Die Blätter an den fruchttragenden Zweigen sind mehr als doppelt so gross.

Die Epidermis der Blattoberseite mit glatter Cuticula besteht aus mässig grossen Zellen mit meist schwach welligen (wie bei P. Caimito, torta und anderen), aber ziemlich dicken Rändern, ohne Tüpfel daneben, mit braunem, gerbstoffhaltigem Inhalte. Das Pallisadengewebe ist kleinzellig, der Inhalt der Zellen oben braun, gerbstoffhaltig, unten grün. Das Schwammgewebe mit grünem Inhalte umschliesst viele Luftlücken. Die Epidermis der unteren Blattseite besteht im Vergleiche mit der der Oberseite aus kleineren Zellen mit bogigen, aber nicht welligen Rändern. Die Spaltöffnungen sind gross und dadurch ausgezeichnet, dass die Schliesszellen meist in zwei Reihen liegende, rundliche, stumpfeckige, auf den ersten Blick als Amylumkörner erscheinende Körperchen enthalten, welche das Licht doppelt brechen, aber gegen Jod wie gegen die gewöhnlichen Lösungsmittel (Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform, Essigsäure, verdünnte und concentrirte Schwefelsäure, concentrirte Salzsäure, Salpetersäure und Kalilauge) sich sehr indifferent verhalten oder von den stärkeren Säuren und den

---

1) Wie weit sich aus der Stellung der Samenknospen Fingerzeige zur genaueren Unterscheidung von Gattungen oder Gattungssectionen entnehmen lassen mögen, wird erst eine künftige, speciell darauf gerichtete, vergleichende Untersuchung zeigen können. Die bisherigen Angaben erscheinen nicht in ausreichendem Masse zuverlässig.

kaustischen Alkalien doch nur nach längerer Zeit angegriffen zu werden scheinen, immerhin aber aus einem organischen Körper bestehen dürften, da sie beim Glühen sich schwärzen. Die Cuticula ist mit vorspringenden Leisten versehen, welche über jeder Epidermiszelle gleichsam einen verästelten Kamm bilden (ähnlich wie bei P. crassifolia und ramiflora). In der Umgebung der Gefässbündel finden sich zahlreiche Krystallzellen mit Einzelkrystallen.

Ihre nächste Verwandte scheint die Pflanze, wie schon mehrfach angedeutet, in Pouteria chrysophylloides (Lucuma chrysophylloides A. DC., Labatia chrysophylloides Mart., non Wright ed. Griseb. in Synon. Labatiae chrysophyllifoliae Griseb.) zu besitzen, von welcher leider die Früchte nicht bekannt sind.

Ob es richtig ist, wenn Grisebach im Cat. Pl. Cub. l. c. mit Wright die Bumelia nigra Rich. Fl. Cub. II, p. 84 (excl. synon.) der Beschreibung gemäss für die gleiche Pflanze hält, muss ich dahin gestellt sein lassen, da mir die betreffende Stelle von Richard, welche nur die spanische Ausgabe enthält (s. Griseb. in der Vorrede zum Cat. Pl. Cub., Anmerk. 4), nicht zugänglich ist. Nach den Worten, welche ich daraus von Grisebach auf einer der Pflanze beiliegenden Etiquette verzeichnet fand („fructu globoso 1-spermo apiculato magnitudine Pruni domesticae ferrugineo-tomentoso, semine nitido exalbuminoso"), erscheint das allerdings als möglich. Wenn aber die beiden Pflanzen identisch sind, so ist es sicher unrichtig, wenn Grisebach, nachdem er die Beschreibung von Richard als vollkommen zutreffend bezeichnet hat, bemerkt: „quod vero semen nitidum dicit embryonemque nudum, respicit superficiem cotyledonum a testa solutam." Es ist ja wirklich eine aus der Frucht herausnehmbare (nicht wie bei Labatia, wohin Grisebach die Pflanze rechnete, mit der Frucht verwachsene), glatte Samenschale und ein nackter, d. h. nach dem oben angeführten Ausdrucke Richard's, ein

eiweissloser Embryo vorhanden. Nicht bei Richard ist hier ein Fehler zu suchen, analog dem von Swartz bei Labatia sessiliflora durch die Auffassung des Embryo als Samens begangenen, sondern der Fehler liegt hier bei dem, der in Richard's „semen nitidum exalbuminosum“ den Embryo statt des Samens finden will.

Die Charakteristik der Pflanze in üblicher Form ist folgende:

Pouteria dictyoneura m. (Bumelia nigra, non Sw., A. Rich. Flor. Cub. II, 1853?, p. 84, excl. syn., t. Griseb. in Cat. Pl. Cub., p. 166. — Sideroxylon dictyoneurum Griseb. in Plant. Wright., 1860, p. 517, coll. Wright ao. 1859, n. 1329! et 1330, flor. — Labatia dictyoneura Griseb. Cat. Pl. Cub. 1866, p. 166, coll. Wright ut supra nec non coll. ao. 1860—64, n. 2923!, fruct. — Lucuma sp. Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 655): Arbor mediocris; ramuli juveniles angulosi, sulcati, pilis dibrachiatis puberuli, mox glabrati, subfusci, lenticellis linearibus notati, adultiores teretiusculi, cortice cinereo-subfusco utriculis laticiferis foeto; folia elliptica, utrinque acuta, vel subovata, juniora petiolo supra sulcato 1-centimetrali adjecto circ. 5 cm longa, 1,8 cm lata, adultiora plus duplo majora, petiolo fere 2-centimetrali, lamina 10 cm longa, 4,5 cm lata, margine subrevoluta, penninervia, nervis lateralibus obliquis nec non mediano supra vix, subtus valde prominentibus, insigniter reticulato-venosa, reti venarum pallidiore praesertim subtus prominulo, rigide coriacea, supra subfusca, glabra, nitidula, subtus pallidiora, ad nervos pilis crispatis dibrachiatis adspersa, opaca, cellulis stomatum granulis hyalinis farctis insignia (de reliquis characteribus anatomicis cf. supra p. 462); flores in ramulis lateralibus ad nodos squamarum foliorumque axillares, fasciculati vel superiores subsinguli, pedicellis circ. 7 mm longis puberulis suffulti, ipsi 3 mm longi; alabastra subglobosa; calyx 4-sectus, hirsutus, intus glaber; segmenta

late ovata, rotundata, crassiuscula, subcarinata, imbricata, mediana exteriora; corolla glabra, subcampanulata, calyce paullo longior, ultra medium 4-partita, lobis ovatis imbricatis, tubo brevi; staminodia ante sinus corollae inserta, subulata; stamina in summo corollae tubo ante lobos affixa, lobis breviora; antherae ovatae, loculis extrorsum contiguis lateraliter dehiscentibus; germen subglobosum, hirsutum, biloculare, loculis medianis; gemmulae in loculis solitariae, ex angulo centrali ascendentes; bacca (sicca) subcorticosa, subglobosa, diametro circ. 18 mm, minutim apiculata, rufo-tomentella, abortu 1-locularis, 1-sperma, pericarpio e flavido subfusco 2,5—3 mm crasso, carne duriuscula concretionibus sclerenchymaticis granulosa utriculis laticiferis foeta, endocarpio glabro nitido semini arctissime adhaerente (minime adnato); semen subglobosum, spadiceum, nitidum, hilo latiore, ad medium 7 mm lato, pallidiore, testa tenui fragili endocarpio arctissime applicita granulorumque pericarpii intus prominentium pressione plus minus scrobiculato-rugulosa, fasciculis vasorum sub endopleura adnata reticulatis; embryo exalbuminosus; cotyledones (ut videtur) laterales, crassiusculae, extus atro-fuscae, intus pallidiores, carnosae (t. Griseb.), siccae subcorneae, amyligerae nec non substantia quadam in aqua colore luteo solubili tannino affini laticeque foetae; radicula infera, brevissima.

In Cuba orientali, in sylvis prope villam Monte Verde dictam legit Wright m. Jan.—Jul. flor., coll. ao. 1859 n. 1329!, 1330, nec non in Cuba occidentali fruct., coll. ao. 1860—64, n. 2923! (Hb. Griseb., Hb. De Cand.).

## IV. Bumelia.

Bezüglich Bumelia Sw. habe ich in meiner Abhandlung über Omphalocarpum (p. 302 und Zusatz 4, p. 335 bis 341) nachgewiesen, dass dieselbe entgegen den gewöhn-

lichen Angaben, und wie seiner Zeit schon Gärtner fil. richtig hervorgehoben hat, ein spärliches Eiweiss besitzt. Sie ist somit von Dipholis A. DC., deren an Eiweiss reiche Arten, 3 an der Zahl: D. salicifolia A. DC., montana Griseb. und nigra Griseb., Swartz als Arten von Bumelia neben noch anderen 5 Arten aufgestellt hatte, eigentlich nur quantitativ unterschieden, aber immerhin doch erheblich genug, um nicht etwa eine Wiedervereinigung von Dipholis mit Bumelia als nothwendig erscheinen zu lassen.

Ich habe mich weiter bemüht, die 3 Arten von Dipholis und die noch übrigen 5 Arten, welche Swartz seiner Gattung Bumelia, und zwar 4 davon bereits in seinem Prodromus, 1788, die fünfte, Bumelia cuneata aber in der Flora Ind. occ., I, 1797 zugewiesen hatte, nach den Originalien von Swartz, welche das Münchener Herbar besitzt, und soweit es eben solche besitzt, näher zu beleuchten und für die Wiedererkennung derselben durch die auf unmittelbare Vergleichung gestützte Beziehung anderer Materialien auf sie eine breitere und sicherere Basis zu schaffen.

Das war, ausser für die 3 schon genannten Arten von Dipholis, möglich für Bumelia retusa Sw., welche der Gattung Bumelia verbleibt, und für Bumelia pallida Sw., welche schon früher zu Sideroxylon übertragen worden ist.

Für die 3 weiteren Arten, Bumelia rotundifolia, pentagona und cuneata waren mir Originalien nicht zur Hand.

Doch liess sich für Bumelia rotundifolia aus den Angaben von Swartz über das Vorkommen von zwei Schüppchen an der Basis der Blumenkronenlappen, wie bei Bumelia retusa und bei den 3 nun die Gattung Dipholis bildenden Arten, mit Sicherheit erschliessen, dass sie mit B. retusa als eine die eigentliche Grundlage von Bumelia bildende Art anzusehen sei.

Für Bumelia pentagona und Bumelia cuneata liessen sich vollkommen zufrieden stellende und einen Abschluss für die schon versuchten Deutungen dieser beiden Arten bildende Anschauungen nicht gewinnen.

Für Bumelia pentagona bin ich auch jetzt noch nicht im Stande Sicheres beizubringen. Die Pflanze ist nicht von Swartz selbst, sondern nach dessen Angabe von Du Ponthieu gesammelt („in jugis montis Josephi insulae Dominicae" Flor. Ind. occ. I, 1797, p. 494, während im Prodr., 1788, p. 50 die südlichere Insel St. Vincent als Vaterland derselben angegeben ist). Ohne Zweifel hat sie Swartz im Herb. Banks kennen gelernt, wie er für eine andere Pflanze desselben Sammlers, für Quettarda rugosa Sw. in der Flor. Ind. occ. I, p. 632 ausdrücklich hervorhebt. Wahrscheinlich ist sie dort noch vorhanden, obschon Grisebach, der sie daselbst wohl wird gesucht haben, bei der Bezeichnung derselben als einer Form von Dipholis salicifolia A. DC. (in Flor. Brit. West. Ind. Isl. p. 401) sich nur auf die Beschreibung von Swartz, und nicht auf Autopsie, beruft. Vielleicht ist sie eben nur mit dem Namen von Swartz noch nicht versehen. Da die Pflanzen des Herb. Banks nicht ausgeliehen werden, so mag sie denen zu erneuter Untersuchung empfohlen sein, welchen sie erreichbar ist.

Für Bumelia cuneata dagegen bin ich nunmehr durch gütige Mittheilung der Originalien aus dem Herb. Swartz von Seite des Stockholmer botanischen Museums in den Stand gesetzt, die Angaben von Swartz, welche für diese Art nicht bloss an Unvollständigkeit, sondern, wie ich schon an anderer Stelle (in diesen Sitzungsb. 1884, p. 159) bemerkt habe, auch an Ungenauigkeit leiden, zu berichtigen und zu vervollständigen. Die gütige Zuwendung von Materialien aus dem Herb. De Candolle gestattet mir weiter unter Anwendung der anatomischen Methode über das, was zu dieser Art mit Recht oder Un-

recht gezogen worden ist, oder zu ihr zu ziehen sein möchte, nähere Aufschlüsse zu geben und dieselbe so zu beleuchten, dass sie, wie ich hoffe, für alle Zukunft als eine vollständig geklärte und leicht wieder zu erkennende Art erscheinen wird.

Aber auch von Bumelia rotundifolia habe ich nunmehr, Dank der Güte des schon genannten Stockholmer botanischen Museums, Autopsie erlangt, welche mich in den Stand setzt, endgiltig über die Art zu urtheilen und das aus anderen Sammlungen ihr Zuzuweisende derselben anzugliedern.

Ueber das diese beiden Arten von Swartz Betreffende will ich im Folgenden des Näheren berichten, und zwar beginne ich, um die einfachere und kürzere Erörterung vorausgehen zu lassen, mit der schon früher als eine echte Bumelia erkannten B. rotundifolia. Der Betrachtung der anderen Art, B. cuneata, welche sich nun als die dritte echte ursprüngliche Art von Bumelia darstellt, mag sich dann anschliessen, was über näher und ferner verwandte Arten der gleichen Gattung sich gelegentlich der vergleichenden Untersuchung Mittheilenswerthes, namentlich hinsichtlich anatomischer Charaktere, ergeben hat.

---

Bumelia rotundifolia, für welche schon Swartz, wie für B. retusa, die für Bumelia und Dipholis charakteristischen, nach innen gerückten Seitenläppchen der Blumenkronentheile erwähnt hat, steht sehr nahe der B. retusa, hat aber kleinere Blüthen und ist ebenso durch die Gestalt der Blätter, welche nicht in den Blattstiel verschmälert, sondern mit abgerundeter Basis scharf gegen denselben abgesetzt sind, wie durch das Fehlen des rostbraunen Haarüberzuges ausgezeichnet, welcher bei B. retusa die jüngeren Blätter, die Zweige und die Blüthenstiele bedeckt. Nur an den Blattstielen und Nerven der jungen Blätter, an den äussersten

Zweigspitzen und an den Blüthenstielen sind mehr oder minder vereinzelte, zweiarmige, rostbraune Haare wahrzunehmen.

Weiter sind die Blüthen bei B. retusa kürzer gestielt, die Stiele kaum länger als die Blattstiele und als die Blüthe selbst. Die Seitennerven des Blattes springen bei B. retusa, wie schon A. De Candolle richtig hervorgehoben hat, auf der Unterseite etwas vor. Die Spaltöffnungen sind vertieft und von einem gekerbten Cuticularwalle umgeben; die Epidermiszellen der unteren Blattseite mit ziemlich dicken Seitenwandungen besitzen unregelmässige Gestalt mit gebogenen Rändern, und die in der Umgebung der Spaltöffnungen radiär auf letztere zulaufende Streifung der Cuticula. An der Blattoberseite, welche am jungen Blatte auch behaart ist, sind die Epidermiszellen ungleichmässig polygonal. Unter denselben und über dem meist zweischichtigen Pallisadengewebe liegt eine Schichte flacher Hypodermzellen, welche mit den Pallisadenzellen den gleichen, braun gefärbten Inhalt theilen. Beiderseits finden sich der Epidermis nahe liegende, zerstreute Zellen mit Einzelkrystallen oder Krystalldrusen im Inneren; ferner, wie auch in den tieferen Schichten des Blattfleisches, vereinzelte, mässig weitlumige Sklerenchymfasern. Milchsaftschläuche sind besonders in unmittelbarer Nähe der Gefässbündel vorhanden.

Bei B. rotundifolia sind die Blüthenstiele fast doppelt so lang als die Blattstiele. Die Blattnerven treten unterseits kaum merklich hervor und sind an den älteren Blättern oberseits etwas eingesenkt. Unter den grossen, ziemlich regelmässig sechseckigen, flachen Epidermiszellen der oberen Blattseite und den ebenso gestalteten, nur etwas kleineren der Unterseite, zwischen welchen hier in gleicher Flucht und ohne Streifung der Cuticula in ihrer Umgebung die fast kreisrunden Spaltöffnungen sich befinden, liegen da und dort Zellen mit Krystalldrusen und weite, kurze Maschen bildende Sklerenchymfasern mit mässig weitem Lumen. An der oberen

Blattseite sind die Sklerenchymfasern gewöhnlich noch bedeckt von der Schichte flacher Hypodermzellen, welche zwischen Epidermis und Pallisadengewebe sich auch hier einschieben, nur vereinzelt aber den braunen, gerbstoffreichen Inhalt des letzteren führen. Auch unterseits liegen die Sklerenchymfasern grösstentheils nicht direct den Epidermiszellen an.

Nach all diesen Beziehungen kommt mit den Originalien der B. rotundifolia von Swartz aus Jamaica[1]) die von Wright auf Cuba gesammelte Pflanze n. 2928 (coll. 1860—64) überein, welche Grisebach unrichtiger Weise als „Bumelia retusa Sw." im Cat. Pl. Cub., 1866, p. 166 aufgeführt hat.

Sie liegt mir aus dem Herb. De Candolle vor.

Nur in unerheblichen Punkten weicht dieselbe etwas ab. So namentlich darin, dass die Blätter nicht vollständig kreisrund, wie an den Originalien von Swartz (mit ungefähr 4 cm Durchmesser), oder sogar breiter als lang (3,7 cm breit, 3,3 cm lang), sondern länger als breit, abgesehen von dem 0,5 cm langen Blattstiele 4—4,5 cm lang, 2,8 cm breit sind. An der Spitze sind sie leicht ausgerandet, was aber auch bei manchen Blättern der Originalien der Fall ist. Die Behaarung ist etwas weniger spärlich, namentlich an den Zweigenden. Die Sklerenchymfasern des Blattfleisches sind in geringerer Zahl entwickelt und treten namentlich an der oberen Blattseite fast nie so nahe an die Epidermis heran, dass sie an Flächenschnitten von dieser Seite bemerkbar wären.

Die Pflanze von Wright besitzt junge und nahezu reife Früchte. Die ersteren sind verkehrt-eiförmig, die letzteren ellipsoidisch, 9 mm lang, 4 mm breit, mit dem etwas

---

1) Es sind das zwei kleine blüthentragende Zweige, auf ein Blatt Papier (nach englischer Manier) aufgeleimt, mit eigenhändig auf besonderer Etiquette mittelst Bleistift von Swartz vermerkter Speciesbezeichnung: „rotundifolia".

über 3 mm langen Griffel versehen. Dieser Wechsel in der Fruchtgestalt ist bemerkenswerth, und werde ich darauf unter B. cuneata zurückkommen.

Der Griffel entspricht der Beschreibung von Swartz: „Stylus subulatus, corolla longior".

Wie weit das, was Grisebach in der Flora Brit. West Ind. Isl., 1859—64, p. 401 unter B. retusa anführt, die Exemplare nämlich von Macfadyen, Purdie, March und Imray, wirklich dahin gehöre, muss ich dahin gestellt sein lassen, da ich die betreffenden Materialien nicht gesehen habe.

Bezüglich der B. retusa mag hier nebenbei bemerkt sein, dass die Angaben über die Griffellänge bei Swartz und bei A. De Candolle, welcher die Pflanze im Herb. Delessert gesehen zu haben anführt, anscheinend erheblich abweichen. Swartz sagt: „Stylus corolla longior persistens". A. De Candolle dagegen: „Stylus corolla brevior". Beide Angaben haben übrigens ihre Berechtigung, und scheint ihre Abweichung von einander nur auf der Beobachtung verschiedenaltriger Blüthen zu beruhen. Die Blüthen sind nämlich protogynisch. Der Griffel tritt bei der Entfaltung der Blüthe zuerst hervor, an seiner Basis noch enge umschlossen von den um diese Zeit nur wenig über die Kelchblätter sich vorschiebenden Kronenlappen. Später, nach voller Ausbreitung der Krone und Erhebung der Antheren bis über die Kronenlappen, und noch mehr, wenn die Krone an ihrer Basis sich ablöst, aber von den sich wieder zusammen neigenden Kelchblättern noch eingeklemmt und zurückgehalten wird, ragt der Griffel nicht mehr über sie hervor, wohl aber wird er wieder, wie früher, über der Spitze der um den Fruchtknoten sich enge anlegenden Kelchblätter sichtbar, wenn die Krone mit den Staubgefässen abgefallen ist. Swartz nun scheint das jüngere Stadium, De Candolle das der vollen Entfaltung der Krone vor sich gehabt zu haben.

Zweckmässiger wäre es wohl, die Länge des Griffels mit der des Kelches zu vergleichen, welcher sich nicht derart, wie die Krone, während der Entfaltung der Blüthe verändert. Der Griffel erscheint vor der Befruchtung ungefähr von gleicher Länge wie der Kelch; an der jungen Frucht um ein Geringes länger.

---

Für seine Bumelia cuneata, welche er erst in der Flora Ind. occ. I, 1797, p. 496 den übrigen Arten beifügte, hat Swartz den Griffel im Gegensatze zu seinen eben erwähnten Angaben für die unmittelbar vorhergehende B. rotundifolia und für B. retusa als „brevis crassus" bezeichnet.

Ich habe in meiner Abhandlung über Omphalocarpum (p. 340) darauf hingewiesen, dass nach dieser auffallend verschiedenen Angabe die betreffende Pflanze, welche von A. De Candolle der Gattung Sideroxylon zugewiesen worden ist, „kaum als eine Art von Bumelia angesehen werden kann", und dass in der von Wullschlaegel unter n. 326 als B. cuneata Sw. edirten und unter wohl richtiger Hinzuziehung von Bumelia myrsinifolia A. DC. von Grisebach ebenso bezeichneten Pflanze aus Antigua mit langem, dünnem Griffel „die Swartz'sche B. cuneata wohl nicht zu erblicken sei."

Für sicher verschieden von der Wullschlaegel'schen erklärte ich ferner die von Asa Gray als B. cuneata bezeichnete, wohl zu B. angustifolia Nutt. zu rechnende Pflanze aus Florida und die damit von A. Gray fragweise in Verbindung gebrachte, aber vollständig eigenartige B. parvifolia A. DC.

Nach den nunmehr aus dem Stockholmer Herbare mir zugekommenen Materialien der Bumelia cuneata, einschliesslich der Originalexemplare von Swartz,

stellt sich für Bumelia cuneata selbst die Sache anders dar: Die Pflanze von Wullschlaegel mit einem 3,5 bis 4 mm langen, fadenförmigen Griffel ist in der That nichts anderes als Bumelia cuneata Sw., und diese Art gehört in der That keiner anderen als der Gattung Bumelia an; dagegen ist die Angabe von Swartz über die Beschaffenheit des Griffels eine fehlerhafte, der Fehler aber, wie sich alsbald zeigen wird, ein entschuldbarer. Rücksichtlich der übrigen Punkte bestätigen die inzwischen, und besonders aus dem Herb. De Candolle in meine Hände gelangten und der Prüfung nach der anatomischen Methode unterworfenen Materialien vollauf meine früher geäusserten Anschauungen.

Es mögen die dreierlei in Rede stehenden Arten, Bumelia cuneata Sw., Bumelia angustifolia Nutt., Bumelia parvifolia A. DC., im Folgenden gesondert in Betrachtung genommen sein.

---

Um zuerst Bumelia cuneata Sw., und zwar zunächst hinsichtlich ihrer Gattungsangehörigkeit zu erledigen, so ist vor allem zu ergänzen, was in den Angaben von Swartz unvollständig geblieben ist, nämlich dass sie, wie die übrigen Arten dieser Gattung, was Swartz vielleicht beobachtet, aber nicht angegeben hat, dreitheilige Blumenkronenlappen besitzt, und dass ihr, was Swartz wegen Fehlens der Früchte nicht angeben konnte, ein spärliches Sameneiweiss zukommt.

Auf das erstere Moment, hinsichtlich dessen ich an den Originalien von Swartz selbst, wie an damit übereinstimmenden anderen Materialien Gewissheit gewonnen habe, werde ich nach Betrachtung der Frucht zurückkommen.

Das zweite Moment nachzuweisen gestattete mir eines der aus Stockholm mir zugekommenen Exemplare,

welches zwar nicht von Swartz selbst herrührt, aber mit dessen Originalien vollständig übereinstimmt, der Etiquette nach von Vahl mitgetheilt. Dasselbe besitzt neben einander Blüthen und reife Früchte.

Diese Früchte sind aus dem Verkehrt-eiförmigen kurz ellipsoidisch, 7—8 mm lang, 5,5—6 mm breit und zeigen im Vergleiche mit der kurz verkehrt-eiförmigen Gestalt junger Früchte (z. B. derer von Wullschlaegel n. 326), dass auch hier, wenngleich nicht so stark, wie das vorhin für B. rotundifolia bemerkt wurde, die Gestalt der Frucht während der Reife sich ändert, und dass aus der verschiedenen Gestalt jüngerer und älterer Früchte allein somit ein Speciesunterschied nicht abgeleitet werden darf.

Der Same ist von hellbrauner Farbe mit weisslichen Flecken und Linien, besonders auf der Rückenseite, 5,5 mm lang, 3,5 mm breit (von einer Seitenfläche zur anderen) und 4,5 mm dick (von der Rücken- zur Bauchfläche). Die Rückenfläche läuft nach unten in einen stumpfen Kiel aus, an dessen Basis die Micropyle gelegen ist. Die Bauchfläche ist in ihrem unteren Theile bis fast zur halben Höhe hinauf und unmittelbar über dem concaven Rande des halbmondförmigen, hier vollständig basilären Nabels beginnend mit jenen eigenthümlichen, wie aufgewachsen aussehenden länglichen Verdickungen versehen, welche von Gärtner fil. für B. retusa, Carpolog. III, tab. 202, fig. c abgebildet und p. 127 als „glabella bipartita" bezeichnet worden sind und welche in ähnlicher Weise, aber noch stärker, zu zweit oder dritt auch bei Arten von Dipholis, Sideroxylon und Chrysophyllum, stets über dem Nabel, ausgebildet werden (s. die Abbildungen von Gärtner a. a. O. für Dipholis salicifolia, Sideroxylon Martichodendrum und Arten von Chrysophyllum, ferner die Abbildungen der Flora Bras. VII, tab. 45 für Chrysophyllum rufum, woselbst diese Verdickungen p. 94 als „areae tuberculatae" bezeichnet werden). Dieselben

rühren von einem Vordringen der jungen Samenschale in die durch Auseinanderweichen der Fachwandungen während der Entwicklung der begünstigten Samenknospe sich öffnenden, gegenüberstehenden Fächer her, stellen aber nicht etwa die Rudimente der abortirenden 4 Fächer selbst dar, wie das Martius im Herb. Flor. Bras., p. 175, unter Chrysophyllum rufum angenommen hat („In nauco, qui testaceus est et laevigatus nitidusque saepe conspiciuntur rudimenta loculorum 4 abortivorum"). Man findet dem Gesagten entsprechend die unentwickelt gebliebenen Samenknospen, bei Bumelia 4 an der Zahl, unbedeckt von Fachscheidewänden an der Basis der Fruchthöhlung. Etwas diesem Vorgange Aehnliches dürfte wohl auch der Verwachsung der Samen bei Argania vorausgehen. Die etwas über einen Viertelmillimeter dicke, krustöse, aus kleinen Steinzellen bestehende Samenschale[1]) ist innen von einer weissen Endopleura überzogen und mit dem bekannten Gefässbündelnetze der Sapotaceen versehen. Der Embryo ist von einem dünnen Endosperm umgeben, welches an der mittleren Querschnittsfläche des Samens aus nur zwei oder stellenweise drei Zellschichten besteht. Die etwas ungleichen Cotyledonen habe ich nicht, wie Gärtner fil. a. a. O. für B. retusa und lycioides sie zeichnet, und wie ich selbst auch bei B. lycioides sie annäherungsweise getroffen habe, der Rücken- und Bauchfläche des Samens, sondern den Seitenflächen desselben anliegend, ihre Berührungsfläche also radiär stehend gefunden. Es ist die Lage der Cotyledonen somit, wie das dem früher Berichteten nach auch für La-

1) A. De Candolle bezeichnet im Gattungscharakter von Bumelia (Prodr. VIII, p. 189) das Pericarp als „extus carnosulum, intus crustaceum". Eine Verwechselung mit der Samenschale scheint dem letzteren Ausdrucke, welcher in Benth. Hook. Gen. auf diese angewendet wird, wohl nicht zu Grunde zu liegen, doch sagt er sicherlich zu viel und passt annähernd nur auf sehr alte, stark ausgetrocknete Früchte, deren Pericarp zerbrechlich und zerreiblich ist.

batia der Fall zu sein scheint, keine constante. Bei B. tenax habe ich auch eine gerade zwischen der radialen und der tangentialen liegende schiefe Richtung der Berührungsfläche beobachtet, daneben aber auch die gleiche, wie hier bei B. cuneata. Die Cotyledonen sind fleischig und enthalten kein Amylum, sondern Oel und Aleuron und in besonderen Zellen eine braune, gerbstoffartige Masse.

Die Früchte sind noch von der Griffelbasis gekrönt, welche auf einen 3—4 mm langen Griffel schliessen lässt.

Ebenso lang und zugleich dem Blüthenstiele an Länge gleichkommend ragt der Griffel an anderen Exemplaren[1]) über den kaum 1,5—2 mm langen Kelch solcher Blüthen hervor, welche eben ihre Krone verloren haben, während er bei den noch nicht befruchteten Blüthen kaum über 1 mm lang hervortritt, an seiner Basis enge von der etwas über den Kelch hervorragenden, aber noch nicht entfalteten Blumenkrone umschlossen, wie das vorausgehend schon für B. retusa erwähnt wurde.

Noch jüngere Blüthen, an denen der Griffel noch nicht einmal über die Spitze der noch ganz im Knospenzustande befindlichen Krone hervorgetreten ist, scheint Swartz untersucht zu haben, und daraus erklärt sich wohl seine unrichtige Angabe, unrichtig desshalb, weil er es unterliess hervorzuheben, dass sie auf andere als voll entfaltete Blüthen sich beziehe. Dass das Letztere der Fall ist, geht aus dem Zustande der von Swartz eigenhändig als B. cuneata bezeichneten Exemplare des Stockholmer Herbares[2]) her-

---

1) Es sind das Exemplare des Stockholmer Herbares, welche zwar mit der Bezeichnung „Jamaica, Swartz", aber wohl irrthümlich versehen sind. Ich werde darauf in der nächsten Anmerkung zurückkommen.

2) Es sind das drei dürftige Zweige mit kaum über den Knospenzustand hinaus entwickelten Blüthen, alle auf ein Blatt Papier (nach englischer Manier) aufgeleimt, mit eigenhändig von Swartz ge-

vor, sowie im Zusammenhalte damit aus seinen Angaben über die Blumenkrone „Corolla 5-partita: Laciniis foliolis calycis vix longioribus acuminatis", aus denen nunmehr wohl

---

schriebener Etiquette: „Bumelia cuneata S.; Sideroxylon Herb. Banks". Der letztere Beisatz im Zusammenhalte damit, dass diese Art erst in der Flor. Ind. occ. zur Aufstellung gelangte (s. ob. p. 472), könnte es fast fraglich erscheinen lassen, ob diese Exemplare von Swartz selbst gesammelt, oder ob sie ihm aus dem Herb. Banks mitgetheilt worden seien. Doch erscheint das hier gleichgiltig, ebenso wie die Beantwortung der Frage, welcher Theil der Vaterlandsangabe „Habitat in frutetis montium Jamaicae alibique in India occidentali" gerade auf diese Exemplare zu beziehen sei.

Als wichtiger erscheint es, von diesen authentischen Exemplaren diejenigen zu unterscheiden, welche im Stockholmer Herbare wohl nur irrthümlich mit der Bezeichnung „Jamaica, Swartz" (von mir fremder Hand) versehen sind.

Es sind das 1) die schon oben und in der vorausgehenden Anmerkung erwähnten Zweige mit vorgerückteren Blüthen, angesichts derer Swartz unmöglich den Griffel als „brevis, crassus" bezeichnen hätte können. Es sehen diese Exemplare, zwei einzeln auf je ein Blatt Papier aufgeleimte Zweige, so ausserordentlich ähnlich anderen, welche das Stockholmer Herbar aus der Sammlung von Forsström aus St. Barthelemi enthält, dass man sie als aus der gleichen Quelle stammend betrachten könnte, wenn die letzteren nicht durch eine andere Handschrift und durch eine andere Behandlungsweise — sie sind nur mit Papierstreifchen auf der Unterlage befestiget — ausgezeichnet wären. So bleibt wohl nur die Annahme übrig, dass die ersteren wohl aus dem Herbare von Swartz herrühren mögen, ihm aber erst später, nach der Veröffentlichung der B. cuneata, zugekommen sein können.

Ausserdem gehört 2) ein ebenso mit der Bezeichnung „Jamaica, Swartz" bezeichnetes Exemplar mit ziemlich weit entwickelter Frucht hieher, welches seinerseits wieder einem Exemplare von Forsström aus Guadeloupe im Stockholmer Herbare sehr ähnlich, aber auch wieder anders behandelt ist. Da Swartz ausdrücklich hervorhebt, dass er die Frucht der Pflanze nicht gesehen habe, so kann auch dieses Exemplar, wenn es wirklich aus dem Besitze von Swartz herrührt, demselben erst in späterer Zeit zugegangen sein.

sich erkennen lässt, dass er es mit eben erst in der Entfaltung begriffenen Blüthen, bei welchen die Blumenkronenlappen noch kaum über den Rand der Kelchblätter hervorragen, zu thun gehabt habe.

Dieser jugendliche Zustand der Blüthen bildete natürlich auch ein Hinderniss für die deutliche Wahrnehmung der seitlichen Läppchen an der Basis der einzelnen Blumenkronentheile und entschuldiget somit auch die Unterlassung ihrer Erwähnung. Ich habe eine der betreffenden Blüthen auf dieses Verhältniss hin untersucht und die in Rede stehenden Läppchen zwar deutlich wahrgenommen, aber nur unter Anwendung grösserer Sorgfalt, als das bei voll entfalteter Blüthe nothwendig ist. Der Griffel war noch nicht gestreckt, knapp 1 mm lang[1]), seine Spitze eben unter der punktförmig kleinen Oeffnung der zur Entfaltung sich anschickenden Blumenkrone sichtbar.

Damit ist der Irrthum von Swartz nicht nur nachgewiesen, sondern auch seine Entstehung erklärt, und derselbe somit definitiv beseitiget.

Was die Blätter der Originalexemplare von Swartz betrifft, so sei dem, was Swartz darüber angeführt hat, hinzugefügt, dass dieselben gelegentlich einander nahezu gegenüber stehen, und dass die grösseren derselben 3—3,5 cm Länge, einschliesslich des kaum mehr als 3 mm betragenden

1) Nach dem Freilegen desselben von der Insertionsstelle auf dem Fruchtknoten bis zur äussersten Spitze gemessen.

Ebenso gemessen fand ich den Griffel, in dessen Länge übrigens bei verschiedenen Exemplaren auch kleine Verschiedenheiten vorkommen, bei befruchtungsreifen Blüthen mit noch nicht entfalteter Krone 3,5 mm lang und bei einer befruchteten Blüthe mit abgefallener Krone aus dem nächst unteren Blüthenbüschel 4,5 mm lang. Das frei hervorragende Stück, von dessen Länge in dem Vorausgehenden stets die Rede war, ist natürlich im ersteren Falle um den von der Krone, im letzteren um den von dem Kelche bedeckten Theil kürzer.

Blattstieles, bei 2 cm Breite besitzen. Sie sind von lederiger Beschaffenheit, braun, die jüngeren derselben auf der Unterseite locker mit kurz zweiarmigen Haaren besetzt. Die Epidermis der oberen Blattseite besteht aus verhältnissmässig grossen, flachen, geradlinig begrenzten, 4—6-seitigen Zellen mit glatter Cuticula, unter welchen gruppenweise Zellen mit grossen Einzelkrystallen (ähnlich denen von Pouteria laevigata, s. ob. p. 456) und zahlreiche Sklerenchymfasern auftreten. Die letzteren bilden längere und kürzere Maschen und sind schon unter der Lupe als feines, an der Oberfläche hervortretendes Netzwerk zu erkennen. Sie finden sich auch an der unteren Blattfläche, deren Epidermis aus kleineren, unregelmässiger gestalteten Zellen besteht mit mässig grossen, etwas vortretenden, elliptischen Spaltöffnungen und nur in der Umgebung dieser gelegentlich gestreifter Cuticula. Der Querschnitt des Blattes zeigt ein 1-schichtiges Hypoderm an der Oberseite mit braunem, gerbstoffhaltigem Inhalte, chlorophyllführende, ziemlich weite Pallisadenzellen und ein kleinlückiges Schwammgewebe. Die Sklerenchymfasern liegen oberseits bald dem Hypoderm, bald unmittelbar der Epidermis an. Milchsaftschläuche finden sich besonders in der nächsten Umgebung der grösseren und kleineren Gefässbündel.

Die Zweige sind dornenlos, rund, mit fein faltig-gerillter Rinde, sammt den wenig hervortretenden Lenticellen zimmtbraun.

Mit den Originalexemplaren von Swartz als vollkommen übereinstimmend, sowohl in den reproductiven Organen, soweit dieselben in der Vergleichung günstiger Weise entwickelt waren, als namentlich in den vegetativen Organen, von welchen wenigstens die Blätter überall zur Vergleichung vorlagen, erwiesen sich nun nicht nur die schon namhaft gemachten Materialien des Stockholmer Herbares, namentlich die Exemplare von Forsström aus St. Barthelemi und

Guadeloupe, sondern auch die mehrfach schon erwähnten von Wullschlaegel n. 326 aus Antigua, ferner Exemplare von Crudy, wahrscheinlich aus St. Thomas, im Münchener Herbare und, was von besonderem Belange, weil dadurch die schon von Grisebach behauptete Zusammengehörigkeit von B. myrsinifolia A. DC. mit der als Sideroxylon cuneatum von A. De Candolle (Prodr. VIII, p. 181) aufgeführten B. cuneata Sw. zur Evidenz gebracht wird, Fragmente der unter B. myrsinifolia in Prodr. VIII, p. 192 aufgeführten Materialien aus dem Herb. Prodromi und dem Herb. Delessert, für welch' letztere auch des Auftretens von Dornen an der angegebenen Stelle gedacht ist[1]); endlich ein gleichfalls mit zahlreichen 1—2 cm langen Dornen besetztes Exemplar von Bertero aus Portorico, welches der Etiquette nach ursprünglich (von Bertero oder Balbis) als Sideroxylon obovatum Lam. bestimmt worden ist, und vielleicht nicht mit Unrecht, in welchem Falle sich auch eine Zusammengehörigkeit der von A. De Candolle als Bumelia obovata (Prodr. VIII, p. 191) aufgeführten Pflanze von Lamarck mit B. cuneata Sw. herausstellen würde.[2]) Dieses Exemplar er-

1) Grisebach hat das in seiner Bemerkung zu den in der Flor. Brit. W. Ind. Isl. aufgeführten 5 Arten „no spines, except in B. buxifolia“ ausser Acht gelassen.

2) Poiret hat in Lam. Encycl. Suppl. I, 1810, p. 446 diese Zusammengehörigkeit bereits als ausgemacht angenommen. Lamarck selbst hat bei Aufstellung seiner Art in der Illustr. Gen., Tableau méthod. II, 1793, p. 42, n. 2464 eine Zusammengehörigkeit derselben mit B. rotundifolia Sw. vermuthet. Wenn sich die Poiret'sche Annahme, wie oben angedeutet, als sicher erweisen sollte, so würde nach den Nomenclaturregeln von A. De Candolle der von diesem gegebene Name Bumelia obovata (Prodr. VIII, p. 191) als der in Gebrauch zu nehmende erscheinen, während B. cuneata Sw. in die Synonymie zurückzutreten hätte. Warum A. De Candolle trotz der Eliminirung der Lamarck'schen Pflanze aus der Gattung

scheint dadurch eigenthümlich, dass die ausgewachsenen Blätter im Hypoderm nur stellenweise Gerbstoff führen und sich desshalb beim Trocknen grün erhalten haben.

Was die in Grisebach Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859—64, p. 401 den Angaben St. Thomas und Guadeloupe zu Grunde liegenden Materialien betrifft, so besteht kein Grund, an deren richtiger Bestimmung zu zweifeln, da die genannten Inseln dem Verbreitungsbezirke der B. cuneata Sw. nach dem schon Angeführten sicher angehören.

Dagegen ist das, was Grisebach im Catal. Plant. Cub., 1866, p. 164 aus der Sammlung von Wright unter n. 2920 als Bumelia cuneata Sw. aufführt, nach den aus dem Herb. De Candolle mir vorliegenden Exemplaren eine Pflanze aus einer weit abstehenden Familie, aus der Familie der Daphnoideen nämlich. Ich werde sie (als Daphnopsis cuneata m.) in einer besonderen, der gegenwärtigen sich anreihenden Mittheilung des Näheren in's Auge fassen.

---

Was die von Asa Gray unter „Bumelia cuneata Sw." verstandene, wahrscheinlich, wie schon früher (s. über Omphalocarpum p. 341) angegeben, als Bumelia angustifolia Nuttall zu bezeichnende Pflanze aus Florida betrifft (mit Einschluss der von Hemsley in der Biolog. Centr.-Amer. II, 1881—82, p. 297 unter Berufung auf Asa Gray aufgeführten „B. cuneata Sw." aus Florida, Texas und Mexico), welche mir ausser in den früher erwähnten, theils mit Blüthen, theils mit Früchten versehenen Exemplaren von Cabanis aus Key West (aus dem Herb. Berolin.) nun auch

---

Sideroxylon den Namen des dort belassenen Sideroxylon obovatum Gärtn. fil. (Carpol. III, 1805, p. 125) in Sideroxylon Acouma umänderte, ist mir nicht ersichtlich.

in den von Curtiss unter n. 1765 als „B. cuneata Sw." heraus-gegebenen Blüthen- und Fruchtexemplaren (im Herb. Monac.) vorliegt — die Blüthenexemplare, wie bei A. Gray mit dem Synonyme B. parvifolia Chapm. Flora (1860), die Fruchtexemplare statt dessen mit dem hier schon in bestimmter Form auftretenden, bei A. Gray unter B. parvifolia Chapm. nur als fraglich hingestellten Synonyme B. parvifolia A. DC. —, so mag, um ihre Verschiedenheit von B. cuneata Sw. darzuthun, der früheren Hinweisung auf die rein oblonge (10—12 mm lange, 6—8 mm breite) Frucht, die gestrecktere Gestalt der Blätter und das gröbere, weitmaschige Venennetz derselben noch hinzugefügt sein, dass auch die anatomischen Charaktere bei ihr erheblich andere sind.

So fehlen namentlich die bei B. cuneata unter den Epidermisplatten und durch das Blattfleisch sich hinziehenden, isolirten Sklerenchymfasern hier vollständig; wo man sie auf den ersten Blick an Schnitten von der unteren Blattfläche zu sehen glaubt, zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass es sich um kleine Gefässbündel handelt, welche stets von Sklerenchymfasern begleitet sind. Auffallend erscheinen ferner durch ihre Grösse die Milchsaftschläuche, welche meist an der Ober- und Unterseite der Gefässbündel, gelegentlich auch für sich im Blattgewebe auftreten. Das Hypoderm an der oberen Blattseite besteht aus Zellen, welche man auf den ersten Blick für eine obere Schichte verhältnissmässig weiter Pallisadenzellen nehmen möchte, so sehr sind sie, wenigstens stellenweise, verlängert, namentlich bei den Fruchtexemplaren von Curtiss mit fast gerbstofffreien Blättern, welche desshalb auch mit mehr gelblicher Farbe trocknen, so dass sich die Frage aufdrängt, ob in denselben nicht etwa wenigstens eine besondere Form oder Varietät zu sehen sei. Auch bei den Exemplaren von Cabanis macht sich dieselbe Eigenthümlichkeit bemerkbar, nur sind

es hier die Blüthen-Exemplare, welche die gelblichen, gerbstofffreien Blätter besitzen. Es hängt das Fehlen des Gerbstoffes also offenbar nicht von dem Entwicklungszustande der Pflanze ab; ob von Standortsverhältnissen, wird nur an Ort und Stelle zu eruiren sein. Da, wo sie Krystalldrusen enthalten, sind diese Hypodermzellen der Quere nach getheilt. Die Spaltöffnungen endlich sind viel grösser als bei B. cuneata, und die Cuticula der oberen und der unteren Blattseite ist mehr oder minder wellig gestreift.

Des Weiteren mag, um die Unterscheidung der Pflanze von B. cuneata zu erleichtern und zu sichern, bemerkt sein, dass die Zweige und ihre sparrig abstehenden, gewöhnlich in eine Dornspitze endenden oder lediglich als kurzer Dorn ausgebildeten Seitenzweige eine der Länge nach grob faltige und der Länge und Quere nach rissige, erst dunkel graue, dann schwärzliche Rinde besitzen, welche stark absticht von jener der B. cuneata Sw. Die Lenticellen treten, weil nicht wesentlich anders gefärbt, nur wenig hervor.

Ausser Bumelia angustifolia Nuttall (Sylv., 1842—54, III p. 38, tab. 93, t. Gray), welcher Name für diese Pflanze, wie ich schon früher angenommen habe[1]), in Gebrauch zu nehmen sein dürfte, wird von A. Gray in der Synonymie noch „Bumelia reclinata Torrey Mexic. Bound. p. 109" angeführt und letztere damit von einer „B. reclinata Chapm. Fl. 275", welche fragweise zu B. tenax Willd. gebracht wird, sowie von B. reclinata Vent., welche bei B. lycioides Pers.[2]) als Varietät ihren Platz zugewiesen erhält, unterschieden.

---

1) Sieh üb. Omphalocarpum p. 341. Es geschah das, obwohl ich die betreffende Stelle bei Nuttall nicht hatte einsehen können, wie auch heute noch nicht, in der Voraussetzung, dass der Nuttall'sche Name von A. Gray mit mehr Recht auf die in Rede stehende Pflanze bezogen worden sei als der von Swartz.

2) Warum A. De Candolle und A. Gray statt B. lycioides

Ueber die ersteren beiden Pflanzen bin ich nicht in der Lage, etwas Näheres beibringen zu können. Die Zugehörigkeit aber der B. reclinata Vent. zu B. lycioides Pers. kann ich bestätigen, wenigstens was das von A. De Candolle als „specimen nostrum" unter B. reclinata Vent. (Prodr. VIII, p. 190, n. 6) erwähnte Exemplar betrifft, von welchem mir aus dem Herb. Prodromi Material zur anatomischen Untersuchung zugekommen ist.[1])

---

Um nun schliesslich noch die Eigenartigkeit von Bumelia parvifolia A. DC., von welcher die wahrscheinlich mit Recht bei A. Gray zu B. angustifolia Nutt. gerechnete B. parvifolia Chapm. Fl. wohl zu unterscheiden ist, mit ein paar Worten hervorzuheben, so steht dieselbe viel näher, als der eben betrachteten Pflanze aus Florida, B. angustifolia Nutt., der B. cuneata Sw. Sie unterscheidet sich von letzterer aber (nach der in jüngster Zeit sowohl von Cas. De Candolle als von mir selbst an gegenseitig zugesendeten Fragmenten als mit dem Originale des Herb. Prodromi durchaus übereinstimmend befun-

Pers. „B. lycioides Gärtn. fil." schreiben und Persoon auch unter den Citaten übergehen, obwohl Gärtn. fil. selbst (Carpol. III, 1805, p. 127) den Namen mit dem Hinweise auf Persoon Synops. Pl. I, 1805, p. 237 versehen hat, ist mir nicht erfindlich. Der Umstand, dass Persoon das in Linn. Hort. Cliff. p. 488 zur Bezeichnung der Pflanze für sich verwendete und nun als Species-Epitheton gebrauchte Wort noch mit grossem Anfangsbuchstaben schreibt, kann doch wohl nicht einen Grund dafür abgeben.

1) Die auch in den Gattungscharakter aufgenommene Angabe von A. De Candolle, l. c. p. 189, dass der B. lycioides (und tenax) ausser an der Innenseite der Kronenlappen zwei seitliche basiläre Schüppchen auch an der Aussenseite der Staminodien zukommen, habe ich nicht bestätiget gefunden. A. Gray jedoch erwähnt ein zeitweiliges Vorkommen solcher Schüppchen bei B. lycioides.

denen Pflanze von Bertero aus S. Domingo im Münchener Herbare) durch die noch kleineren Blüthen und die verhältnissmässig sehr langen 8—10 mm messenden, zarten Blüthenstiele, welche mehr als der halben, ja mitunter fast der vollen Länge der Blätter gleichkommen, und durch die kleinen, nur 12—18 mm langen, 5—8 mm breiten, oben schwärzlichen, unten graugrünen Blätter, welche kleinere Spaltöffnungen mit radiär gestreifter Cuticula in deren Umgebung und Sklerenchymfasern fast nur an der unteren Blattseite, sowie im Blattfleische unter den ganz mit dunkelbraunem Inhalte erfüllten, gestreckten Pallisadenzellen besitzen, während über diesen, zwischen den hyalinen Hypodermzellen und in unmittelbarer Berührung mit der oberen Epidermis verlaufend, nur einzelne solche Fasern zu sehen sind. Ferner ist sie ausgezeichnet durch die auch von A. De Candolle schon hervorgehobenen, zahlreichen, punktförmigen, weissen Lenticellen der zuerst mit grauer, dann mit dunkelbrauner Rinde versehenen Zweige, während bei B. cuneata Sw. die Rinde der jungen, die der älteren Zweige und die Lenticellen ziemlich gleichmässig zimmtbraun gefärbt sind.

A. De Candolle hat nur der Blumenkrone entkleidete Blüthen vor sich gehabt. An dem mir vorliegenden Exemplare ist die Krone an einigen Blüthen noch vorhanden, die Basis des Griffels noch umschliessend. Der Kelch ist an diesen Blüthen 1 mm lang, die Krone überragt ihn um 0,5 mm, der Griffel seinerseits überragt die Krone um 0,75 mm und den Kelch, wie A. De Candolle angibt, um (reichlich) das Doppelte. Nach Hinwegnahme der Krone gemessen beträgt die Länge des Griffels von der Spitze bis zum Fruchtknoten 2 mm. Die Krone ist bis zum unteren Drittel gespalten; ihre Lappen sind breit eiförmig, die basilären Anhängsel derselben klein, nur bis zur halben Höhe der Lappen reichend, pfriemlich; die Staminodien aus

eiförmiger Basis lanzettlich, über der Mitte nach innen der Länge nach zusammengeschlagen, an der Spitze mit ein paar Zähnchen versehen; die Staubgefässe fädlich, an der Basis verbreitert, vor der vollen Entfaltung der Blüthe an der Spitze nach aussen umgebogen, die Staubbeutel aber wieder mit ihrer Spitze nach oben gerichtet, pfeilförmig, extrors. Alle diese Theile, wie auch das Pistill, sind kahl.

Ob die von A. Richard hieher gerechnete Pflanze aus Cuba, deren Grisebach im Catal. Pl. Cub., 1866, p. 165 Erwähnung thut, wirklich hieher gehöre, muss ich dahin gestellt sein lassen, da mir nicht einmal die betreffende Stelle zugänglich ist.

---

Auf den Inhalt der Gattung Bumelia hier noch weiter einzugehen, lag nicht in meiner Absicht. Dieselbe ging, wie in meiner Abhandlung über Omphalocarpum, nur dahin, die bis auf den heutigen Tag erhaltenen Unklarheiten und Irrthümer über diese von Swartz aufgestellte Gattung, sowie über die von ihm derselben zugewiesenen 8 Arten durch Zurückgreifen auf authentisches Material und mit Hilfe der anatomischen Methode zu beseitigen und über die Gattungszugehörigkeit der Swartz'schen Arten ein endgiltiges Urtheil zu gewinnen.

Es ist das nun für 7 von diesen Arten durchgeführt.

Für die achte hoffe ich wenigstens den Weg dazu gezeigt zu haben.

Ueber diese Art, Bumelia pentagona Sw., von welcher mir die wahrscheinlich im britischen Museum noch vorhandenen authentischen Materialien wenigstens im Augenblicke nicht erreichbar sind, die wünschenswerthe Klarheit zu verbreiten, bleibt der Zukunft vorbehalten.

---

Herr L. Radlkofer sprach ferner:

„Ueber eine von Grisebach unter den Sapotaceen aufgeführte Daphnoidee."

Die in der vorausgehenden Abhandlung „Ueber einige Sapotaceen", p. 481, erwähnte Pflanze aus Cuba in der Sammlung von Wright, n. 2920, welche von Grisebach im Catal. Pl. Cub., 1866, p. 164 als Bumelia cuneata Sw. aufgeführt worden ist und welche mir in Exemplaren aus dem Herb. De Candolle vorliegt, erwies sich auf den ersten Blick als etwas weit von Bumelia cuneata Sw. Verschiedenes.

Zu eruiren, wohin sie gehöre, stellte sich anfänglich als ein ziemlich aussichtsloses Unternehmen dar, da Fructificationsorgane, abgesehen von einer lose beiliegenden, halb zerfressenen Frucht, von der erst die weitere Untersuchung ergeben musste, ob sie wirklich zu der Pflanze gehöre, oder ob sie nur zufällig dahin gerathen sei, nicht vorhanden zu sein schienen.

Es hatte sich demgemäss das Augenmerk darauf zu richten, ob nicht mit Hilfe der anatomischen Methode Merkmale aufzufinden seien, aus denen wenigstens irgend ein Fingerzeig über die Familienzugehörigkeit der Pflanze zu entnehmen wäre, um dann durch Vergleichung betreffenden Herbarmateriales vielleicht weitere Anknüpfungspunkte zu gewinnen.

Dieses Verfahren war von rascherem Erfolge, als sich erwarten liess, gekrönt.

Es machte sich schon ohne weitere Präparation bei näherer Besichtigung der Bruchfläche eines Zweiges das Hervorragen zahlreicher, weicher und glänzender, seidenartiger Bastfasern bemerkbar. Damit war im Zusammenhalte mit dem Habitus der Pflanze, zumal der Spiralstellung ihrer Blätter und dem Fehlen von Nebenblättchen sofort auf die Familie der Daphnoideen hingewiesen, mit welcher in der zartfaserigen Beschaffenheit des Bastes wohl kaum eine andere zu wetteifern vermag, wenn nicht die Familien der Asclepiadeen und Apocyneen, der Tiliaceen und Malvaceen und allenfalls noch der Lineen und Urticeen, zu deren keiner aber die Pflanze nach ihrem Habitus nähere Beziehungen verrieth.

Ein Querschnitt des Zweiges zeigte weiter, dass die Pflanze markständigen Weichbast, mit Einmengung sogar von spärlichen Hartbastfasern, besitzt, und darnach hätten ausser den Daphnoideen nur mehr die schon nach der Stellung der Blätter mit grösster Wahrscheinlichkeit ausser Betracht zu lassenden Asclepiadeen und Apocyneen[1]) noch in Frage kommen können.

Der Deutung als Daphnoidee war auch die Beschaffenheit der beiliegenden Frucht günstig, und als endlich bei genauerer Betrachtung der Blattinsertionen mit

---

1) Im Anschluss an das Obige mag auch aus der eben genannten Familie der Apocyneen ein Fall seine Mittheilung finden, in welchem nur durch die anatomische Methode die Bestimmung eines sehr fragmentarischen, nur aus Stengelstücken bestehenden Materiales ermöglicht wurde, wie solches auf den Philippinen zur Bereitung eines dort sehr hoch geschätzten Wundbalsames, des „Balsamo de Tagulauay", verwendet wird. Ich werde über diesen Fall nach Erledigung der in Betrachtung stehenden Daphnoidee in einem besonderen Anhange berichten.

Rücksicht auf etwa vorhandene oder vorhanden gewesene Stipulargebilde, wie sie den anderen vorhin genannten Familien grösstentheils zukommen, in den Achseln der jüngeren Blätter an der Spitze der Zweige neben den Ansatzstellen abgefallener Blüthen noch ein paar Blüthenknospen und halb zerfressene Blüthen sich der Beobachtung darboten, war es leicht, für die zuerst aufgetauchte Meinung die unzweifelhafteste Bestätigung zu gewinnen und die Pflanze mit Sicherheit nicht nur als eine Daphnoidee, sondern noch weiter als eine Art der neben Linodendron Griseb. und Lagetta Juss. allein noch aus der genannten Familie auf Cuba und in dem westindischen Florengebiete überhaupt[1]) vertretenen Gattung Daphnopsis Mart. & Zucc. zu bestimmen.

Sie stellte sich als eine neue Art der Gattung Daphnopsis dar, in welcher sie sich zwischen zwei andere cubanische, ebenfalls durch Wright bekannt gewordene Arten, D. Guacacoa Wr. ed. Griseb. und D. angustifolia Wr. ed. Griseb. (in Catal. Pl. Cub., 1866, p. 110), einschiebt.

Ich gebe im Folgenden zunächst ihre genauere Charakteristik, um daran anzuschliessen, was über sie und verwandte Pflanzen weiter zu bemerken ist. Wenn ich in die Charakteristik zum Theile auch die Gattungsmerkmale hereinziehe, so geschieht das, um die Gattungszugehörigkeit der Pflanze ausser allen Zweifel zu stellen.

Daphnopsis cuneata m. (Bumelia cuneata, non Sw., Griseb. in Cat. Pl. Cub., 1866, p. 164, „coll. Wright n. 2920"!): Frutex (?) glaber; ramuli angulosi, sulcati, foliigeri diametro 1,5 mm, cortice plumbeo-fusco plicato-

---

1) Abgesehen also von dem seiner Flora nach mit dem cisäquatorialen südamericanischen Gebiete zu verbindenden Trinidad (s. Grisebach, Vegetation der Erde II, 1872, p. 354) und der dort vertretenen Gattung Schoenobiblus Mart. & Zucc.

rugoso, lenticellis rarioribus parum conspicuis pallidioribus notati, libro Daphnoidearum more tenerrime fibroso circa medullam quoque obvio insignes; folia ex ovali vel obovato cuneata, petiolo cum denticulo ramuli articulato circ. 3 mm longo adjecto 2,5—4,5 cm longa, 1—2 cm lata, margine revoluta, penninervia, nervis lateralibus utrinque 3—5 ante marginem arcuatim anastomosantibus, crassiuscule coriacea, supra reticulato-rugosa, attamen nitidula, glabra, subtus subopaca, pilis vix ullis 1-cellularibus simplicibus ad nervos venasque reticulatas parum prominulas adspersa, livescentia, punctis maculisque ramificatis fuscis praesertim subtus notata, epidermidis utriusque cellulis magnis altis subsexangularibus, superioris paucis, inferioris pluribus substantia fusca (maculas efficiente) foetis, subtus stomatophora, stomatibus magnis ellipticis usque ad mediam epidermidis altitudinem immersis scrobiculo et ipso elliptico, sed angustiore, a cellularum vicinarum parietibus incrassatis circumvallato superatis, staurenchymate depresso cellulas crystallis conglomeratis repletas fovente, pneumatenchymate crasso tenero lacunoso cellulis fibrosis flexuosis obtusis percurso instructa; florum glomeruli pauciflori axillares vel in ramulorum apicibus sessiles, pedunculis subnullis, vix unquam 1 mm longis, exinvolucrati, floribus subsessilibus circ. 5; flores — feminei tantum germine ab insectis comeso alabastraque suppetebant — tubulosi, 2,5 mm longi, 0,75 mm crassi, pedicello 0,5 mm longo, totidem crasso, stipitati; perianthii tubus 1,5 mm longus, apice parum constrictus, basi subventricosus, fuscus, ut et pedicelli lobique erecti extus pilis minutis setulosis interdum subdibrachiatis adpressis parum crebris sordide cano-puberulus, intus pallidus, glaberrimus, striis nitenti-albidis 8, i. e. vasorum fasciculis medianis suturalibusque fibrosis notatus, fibris ruptura longitudinali facta in latere interiore emergentibus pilos mentientibus; limbus 4-lobus, 1 mm vix superans, lobis (in floribus visis) erectis imbricatis margine apiceque sub-

involutis, duobus exterioribus oppositis quam interiores subtruncati paullulo longioribus subcucullatis obtusis, intus glabris fusco-purpureis, fauce intus nuda; staminodia nulla; discus inconspicuus, annulum albidum crenulatum exhibens; germen ovoideum, glabrum, albidum, 1-loculare; stylus terminalis, brevis, crassus, subfuscus; stigma magnum, capitatum, papillosum, supra perianthii stricturam collocatum, fusco-purpureum; gemmula solitaria prope loculi apicem suspensa, anatropa, epitropa; fructus pedicello 1 mm longo, totidem crasso, stipitatus, perianthii basi circumscissa margine libri fibris prominentibus pilorum fasciculos 8 mentientibus ornata suffultus, ovoideus, 8 mm longus, 5 mm latus, stylo stigmatophoro persistente apiculatus, baccatus, carne tenui, monospermus; semen prope loculi apicem suspensum, loculo conforme, inde obovoideum, parte nempe hilo notata, i. e. basilari (in fructu sursum versa) acuta, parte e diametro opposita, i. e. apicali (fructus basin spectante) rotundato-dilatata, testa tenuiter crustacea subfusca opaca, sub lente minutissime scrobiculato-punctata, rhaphe pallidiore lineari in latere placentam spectante ad chalazam decurrente notata, endopleura membranacea albida; albumen nullum; embryo semini conformis, obovoideus; cotyledones crassae, carnosae, amylo farctae, dorso et ventri seminis applicitae; radicula brevis, acuta, supera.

In Cuba legit Wright, coll. ao. 1860—64, n. 2920! (Herb. De Candolle).

Die Pflanze kommt im Habitus der Daphnopsis Guacacoa Wr. ed. Griseb. in Cat. Pl. Cub., 1866, p. 110, welche mir aus dem Herb. Grisebach vorliegt, sehr nahe. Doch scheint diese robuster zu sein, mit um's Doppelte grösseren Blättern[1]), welche überdiess frei von braunen Flecken,

---

1) Es mag hier bemerkt sein, dass von Grisebach an der citirten Stelle bei der Angabe über die Breite der Blätter fehler-

blass gelbgrün und unterseits mit zerstreut stehenden, zweiarmigen, borstlichen Haaren besetzt sind. Die Structur der Blätter ist der in der obigen Charakteristik dargelegten von D. cuneata sehr ähnlich, nur sind die Spaltöffnungen mehr in die Venenmaschen zusammengedrängt, dabei nicht eingesenkt, und die Epidermiszellen zwischen denselben, wie in geringerem Grade auch an den übrigen Stellen der unteren Blattfläche, viel niederer. Die Sklerenchymfasern der Gefässbündel sind feiner und zahlreicher, die das Blattfleisch isolirt durchziehenden nur in spärlichem Masse vorhanden. Auch die Krystalldrusen führenden Zellen im Pallisadengewebe sind weniger zahlreich entwickelt, zahlreicher dagegen an der unteren Blattseite. Ferner sind bei D. Guacacoa die Blüthen und die Früchte mit viel längeren, den Blüthen selbst an Länge gleichkommenden, und dünneren, fast fädlichen Stielen versehen, und ebenso die Blüthenbüschel immer deutlich und meist noch länger als die Blüthen selbst gestielt. Ausserdem sind alle Theile der Inflorescenzen mit längeren, etwas abstehenden, ungleich zweiarmigen, borstlichen und gelblichen Haaren bedeckt.

Durch die Beschaffenheit der Blüthe nähert sich unsere Pflanze mehr der Daphnopsis angustifolia Wr. ed. Griseb. l. c. p. 110, von der sie aber im Habitus beträchtlich abweicht.

Es kommt ihr so, wie schon oben bemerkt, eine Mittelstellung zwischen diesen beiden Arten zu.

Mit D. angustifolia scheinen ihr allein unter den bisher bekannt gewordenen Arten sitzende Blüthenknäuel eigen zu sein. Bei beiden ist auch die Zahl der

---

hafter Weise das Zeichen der Linie (''') anstatt jenes des Zolles ('') gesetzt worden ist. Ohne Verbesserung dieses Fehlers, der übrigens schon aus der angegebenen Gestalt des Blattes zu ersehen ist, würden die Blätter von D. Guacacoa der Beschreibung nach um mehr als die Hälfte schmäler erscheinen als die der D. angustifolia.

in einem Knäuel vereinigten Blüthen eine sehr geringe. Auch in Farbe und Behaarung sehen sich die Blüthen beider Arten sehr ähnlich. Dagegen sind bei D. angustifolia die (männlichen) Blüthen wieder länger und schmächtiger gestielt als bei D. cuneata, und zugleich ist die Form eine verschiedene, wie bei den meisten Arten nämlich mehr dem Kreiselförmigen als dem Cylindrischen sich nähernd. Die röhrenförmige Gestalt der Blüthen scheint etwas die D. cuneata vor allen übrigen Arten Auszeichnendes zu sein.

Die Blätter sind bei D. angustifolia durchaus braunroth gefärbt, oben dunkler, unten heller. Es rührt das von dem gerbstoffartigen Inhalte der Epidermiszellen her. Dieser findet sich hier in der oberen Epidermis noch reichlicher, als in der unteren, nämlich in allen Zellen ohne Ausnahme, während unterseits die in der nächsten Umgebung der Spaltöffnungen gelegenen Zellen frei davon sind. Auch rücksichtlich der Farbe der Blätter nimmt somit D. cuneata eine Mittelstellung zwischen D. angustifolia und der nicht einmal mit braunen Flecken oder Punkten versehenen D. Guacacoa ein.

Die Structur der Blätter von D. angustifolia ist auch darin der bei D. cuneata sehr ähnlich, dass die Spaltöffnungen etwas eingesenkt sind und von einem elliptischen Walle umzogen erscheinen, wie dort. Die Krystallzellen, das Blattfleisch und die Bastfasern nähern sich dagegen in ihrem Verhalten mehr dem bei D. Guacacoa. Die Haare, welche nur an den ganz jungen Blättern in geringer Zahl sich finden, sind einfach, wie bei D. cuneata, und nur die der Blüthenstiele zeigen, wie dort, Anfänge zur Bildung eines zweiten Armes.

Viel ferner als D. angustifolia und Guacacoa steht unter den überhaupt vergleichbaren Arten mit ziemlich derb lederigen Blättern schon D. caracasana Meisn. gemäss den von

Grisebach in seinem Herbare, wie mir scheint mit Recht, hieherbezogenen, früher von ihm im Cat. Pl. Cub. p. 110 unter dem Namen D. Fendleri als neue Art bezeichneten Exemplaren von Fendler aus Venezuela, coll. n. 396 (nicht 306, wie es an der angeführten Stelle heisst), mit gelbgrünen Blättern, sehr lang gestielten, reichgliedrigen Blüthenbüscheln und sehr ungleich zweiarmigen, dünnen Haaren an den Blättern und Inflorescenzstielen.

Die als zweifelhafte Art von Meisner (DC. Prodr. XIV, 1857, p. 524) aufgeführte D.? crassifolia (Daphne c. Poiret) aus S. Domingo ist durch „zolllange, fadenförmige Blüthenstiele" (Inflorescenzstiele, nach Meisner's Annahme) sicherlich weit abstehend.

Wie ich schon in der Charakteristik an den betreffenden Stellen angedeutet habe, ist der zartfaserige Bast bei der vorliegenden Pflanze, D. cuneata, an allen Theilen in augenfälligster Weise entwickelt. Bei der Zerreissung irgend eines Organes tritt derselbe sofort hervor. So an den Bruchflächen der Zweige, was, wie gleich anfangs bemerkt, den ersten Fingerzeig zur Richtigstellung der Pflanze gegeben hat. Nicht minder beim Zerreissen der Blätter an allen dabei getroffenen Gefässbündeln. Ebenso ferner bei der Spaltung der Perigonröhre, wie sie zur Untersuchung der Blüthe nöthig ist, und, was das Auffallendste ist, auch bei der natürlichen Trennung des Perigones von einem kleinen, unter der Frucht stehen bleibenden Theile seiner Basis. Ueber den Rand dieses Basalstückes ragen Büschel von Bastfasern hervor, nach Zahl und Stellung den zur Mitte der Perigonlappen wie zu den Buchten zwischen ihnen ziehenden vier Median- und ebenso vielen Suturalnerven entsprechend, so dass dadurch eine täuschende Aehnlichkeit mit dem von Haarbüscheln besetzten Drüsenkranze unter dem Fruchtknoten von Linodendron Griseb. und Lasiadenia Benth. entsteht. Die mikroskopische Untersuchung von Längsschnitten durch die Perigon-

basis und den Fruchtstiel lässt übrigens deutlich erkennen, dass die betreffenden Fasern aus dem Inneren des Gewebes hervorragen, und zeigt bei ihrer vollständigen Herauslösung aus dem Gewebe, dass dieselben an ihrem unteren Ende gerade so zugespitzt sind, wie an dem oberen, wie es Bastfasern eben eigen ist. Die sorgfältige Untersuchung der Perigonröhre zeigt weiter, dass ihre Innenfläche, nicht wie bei Linodendron mit seidenartigen Haaren besetzt, sondern wie bei Lasiadenia vollständig kahl und von einer Epidermis überkleidet ist, welche, wie an den Perigonlappen, aus ziemlich regelmässig in Längsreihen geordneten, nahezu quadratischen, nur über den Gefässbündeln in die Länge gestreckten Zellen gebildet wird. Auch hier lassen sich die bei Zerreissung dieser Epidermis und der darunter liegenden Gewebeschichten hervortretenden und den Anschein einer Behaarung bewirkenden Faserzellen leicht vollständig isoliren und erweisen sich dann ebenfalls als oben und unten gleichmässig zugespitzte Bastfasern.

Das Gleiche gilt, wie hier bemerkt sein mag, um einem auch in Benth. Hook. Gen. übergegangenen Irrthume zu steuern, für die fälschlich als innen behaart beschriebene Perigonröhre der wiederholt eben genannten Gattung Lasiadenia. —

Da dieses Verhältniss in naher Beziehung steht zu der verschiedenen Auffassung von Lasiadenia und Linodendron als selbständiger Gattungen, oder als Theilen einer Gattung, so erscheint es angemessen, hier einschaltungsweise des Näheren darauf einzugehen.

In Benth. Hook. Gen. III, p. 192 (1880) wird Lasiadenia Benth. (1845) durch Einbeziehung von Linodendron Griseb. (1860) erweitert, und der so umgestalteten Gattung im allgemeinen eine innen behaarte Perigonröhre zugeschrieben. Das ist aber nach dem schon voraus-

gehend Erwähnten nicht richtig, und um der in diesem Punkte, wie in zahlreichen anderen, gleich anzuführenden Dingen zwischen Lasiadenia und Linodendron bestehenden Verschiedenheit halber möchte ich es für zweckmässiger erachten, Lasiadenia Benth. mit der einzigen in Guiana und dem äquatorialen Brasilien einheimischen Art L. rupestris Benth. von den bisher nur aus Cuba bekannt gewordenen Arten von Linodendron Griseb. — L. Lagetta Gr., L. venosum Wr. ed. Gr., L. aronifolium Gr. und L. cubense Gr. mit dem Synonyme Daphnopsis c. Meisn. (s. Griseb. Cat. Pl. Cub. p. 109, 110) — generisch gesondert zu halten.

Bei Lasiadenia rupestris Benth., welche mir in den durch die Hände von Meisner bei der Bearbeitung der Thymeleen gegangenen und in der Flora Bras. V, 1, Fasc. 14, 1855, p. 69, 70, sowie in DC. Prodr. XIV, 1857, p. 528 von ihm erwähnten, im Münchener Herbare enthaltenen Fruchtexemplaren von Martius aus den Wäldern am Japurá und von Spruce aus der Umgegend von Barra, coll. n. 1232, Dec.–Mart. 1850—51, vorliegt, ferner in einem Blüthenexemplare von Spruce aus der gleichen Gegend, coll. n. 1198, Nov. 1851, aus dem Herbarium Grisebach, ist nirgends auf der Innenseite der Perigonröhre auch nur eine Spur von Haaren wahrzunehmen, und so hat es auch Bentham ursprünglich dargestellt. Meisner dagegen gibt in der Flor. Bras. unter Berufung auf „Martius in sched." an: „Intus tubus fere glaber est, pilis rarioribus" und hat das auch auf Tafel 29 so abgebildet. Martius, und mit ihm Meisner, ist aber hier lediglich einer Täuschung verfallen, zu welcher, wie für Daphnopsis cuneata im Vorausgehenden hervorgehoben wurde, das Hervortreten der Bastfasern aus Längsrissen an der inneren Oberfläche der Perigonröhre Veranlassung geben kann und hier wirklich gegeben hat.

Bei Lasiadenia findet während der Reifung der Früchte, welche von der bauchig aufgetriebenen, nach unten auch schon in der Blüthe wieder verschmälerten, aussen mit fünf in die stehen bleibenden Perigonlappen verlaufenden Median- und ebenso vielen Suturalriefen versehenen Perigonröhre umschlossen bleiben, regelmässig eine Zerschlitzung an der inneren Oberfläche der Röhre über den hier mit den Riefen verlaufenden und eigentlich das Auftreten dieser durch die stark entwickelten, faserreichen Basttheile bedingenden, sowie innerseits die Filamente markirenden Gefässbündel statt, so dass die Röhre nun, indem aus den Schlitzen die Bastfasern hervortreten, zehn scheinbar behaarte Streifen, mit zehn anderen, von solchen Scheinhaaren freien alternirend, dem Beschauer darbietet.

Bei Linodendron, von welcher Gattung mir ausser L. cubense alle Arten aus dem Herbarium von Grisebach vorliegen, findet ein solches Hervortreten der Bastfasern auf der Innenseite der Perigonröhre nicht statt. Dieselbe öffnet sich, um für die Entwicklung der in ihr ursprünglich eingeschlossenen Theile nach dem Verblühen Raum zu gewähren, einseitig mit einer ganz durchgehenden Spalte, aus welcher die Haare der Innenseite und der umschlossenen Theile bauschig nach aussen hervortreten, nicht aber Bastfasern, an welchen die Röhre hier so arm ist, dass an der Aussenseite der zehn sie in der Mitte ihrer Gewebemasse durchlaufenden und weder an der inneren, noch an der äusseren Oberfläche bemerkbar werdenden Gefässbündel nicht einmal immer auch nur ein einreihiger Faserbeleg (an Querdurchschnitten) wahrgenommen wird. Die Röhre löst sich dann schliesslich, nachdem schon vorher die Lappen an ihrem oberen Ende verloren gegangen sind, nahe dem Grunde allmälig, wie es scheint, vollständig ab. Jedenfalls entwickelt sich die anscheinend sehr klein bleibende Frucht nicht von der Perigonröhre umschlossen, sondern indem sie zwischen den Rändern

der Spalte sich mit ihrem dichten Besatze langer, nunmehr strahlig sich ausbreitender Haare hervordrängt. Ueber dieses Stadium der Entwicklung vorgeschrittene, vollkommen reife Früchte fehlen leider und sind auch von Meisner, und ebenso wohl auch von Richard, deren Aufstellungen sich nach Grisebach auf die gleiche Pflanze, Linden n. 2109, beziehen, für die hiehergehörige Art Linodendron cubense Griseb. (Cat. Pl. Cub., 1866, p. 110; Daphnopsis? cubensis Meisn. in DC. Prodr. XIV, 1857, p. 522; Hargasseria cubana Rich., 1853?, t. Griseb. l. c.) nicht gesehen worden.

Die Perigonröhre ist, wie zur Hervorhebung der Unterschiede zwischen Linodendron und Lasiadenia angeführt sein mag, bei den Linodendron-Arten nicht gerieft, sondern glatt, an der Basis nicht verschmälert, sondern etwas zwiebelig erweitert und an der Spitze mit viel breiteren und breiter sich deckenden Lappen versehen. Die Staubgefässe sind am Schlunde der Perigonröhre inserirt, alle frei hervorstehend, aber ungleich lang. Die Filamente der längeren, vor den Perigonlappen stehenden sind bei den Blüthen mit vorwiegend entwickeltem männlichen Geschlechte viermal, die der kürzeren dreimal so lang als die ihnen aufgesetzten, dem Vierttheile der Perigonlappen an Länge gleichkommenden Antheren, und selbst an den übrigen Blüthen sind die Filamente der ersteren noch länger, die der letzteren wenigstens noch fast halb so lang als die Antheren. Der Griffel, welcher sich auf der gegen das hintere (zweite) Kelchblatt (ganz entsprechend der Darstellung von Eichler in den Blüthendiagrammen II, 1878, p. 491) gewendeten Nahtseite und zugleich Placentarseite des Carpelles etwas unter der Spitze des Fruchtknotens (wie es Grisebach im Gattungscharakter, Plant. Wright., 1860, p. 187, richtig angegeben hat) erhebt, ist bei den überwiegend männlichen Blüthen mit Einschlusss der Narbe so lang als die Perigon-

röhre, bei den überwiegend weiblichen[1]) beträchtlich länger als dieselbe, stets der ganzen Länge nach kurz behaart. Die

1) Von Grisebach sind die Blüthen im Gattungscharakter, Plant. Wright., 1860, p. 187, nach den Materialien von Linodendron Lagetta Gr., coll. Wright n. 1397, 1397 a als „Flores polygami, fertiles et steriles mixti" bezeichnet und dann als „männliche" und „weibliche" beschrieben worden, für welch' letztere am Schlunde sitzende, abortive Antheren angegeben werden.

Das scheint mir dem Sachverhalte nicht vollkommen zu entsprechen. Die Blüthen sind weder polygam und gemischt, noch eingeschlechtig, sondern nur dimorph, die der einen Form aber von denen der anderen getrennt.

Ich finde nämlich an den eben erwähnten Materialien des Herb. Grisebach nicht nur innerhalb derselben Inflorescenz, sondern überhaupt an demselben Zweige, resp. Exemplare, immer nur Blüthen von einerlei Art, entweder (coll. Wright ao. 1859, n. 1397) mit langem, über die Perigonröhre schon in der Knospe hervorragendem Griffel und kurzen Staubgefässen — langgriffelige oder kurzfädige, d. i. überwiegend weibliche Form —, oder mit kurzem, in der Perigonröhre sammt der Narbe eingeschlossen bleibendem Griffel und längeren Staubgefässen, welche sich bis zur Höhe der Narbenspitze bei der anderen Form erheben — kurzgriffelige oder langfädige, d. i. überwiegend männliche Form — (coll. Wright ao. 1859, n. 1397 a, ferner etwas vorgeschrittenere Exemplare aus dem Jahre 1856—57, welche mit den Nummern 591 = 1397 bezeichnet sind). An den beiderlei Blüthen springen die Antheren auf und enthalten wohl ausgebildeten Pollen, nur sind die ziemlich grossen, mit einer wabig-zelligen Cuticula und mehreren Poren versehenen Pollenkörner bei der langgriffeligen Form in der Grösse und hinsichtlich der Weite der Wabenzellen etwas zurückgeblieben. Doch können ihre Antheren um desswillen nicht abortiv genannt werden, wie es von Grisebach geschehen ist. An den beiderlei Blüthen spaltet sich ferner nach dem Verstäuben die Perigonröhre, was wohl für beide durch die beginnende Vergrösserung des Fruchtknotens bedingt wird, und gerade bei den kurzgriffeligen Exemplaren, für welche man wohl am ehesten Sterilität vermuthen möchte, fand ich die Ausbildung der zu dem Spalte hervorragenden Frucht am weitesten vorgeschritten. Die beiderlei Blüthen erscheinen demnach als fruchtbar. Unfruchtbare Blüthen würden wohl, wie gewöhnlich, nach dem Verstäuben im Ganzen abfallen.

Narbe ist dünn conisch, auf der einen, der Naht des Carpelles gegenüber liegenden Seite tiefer herab mit Narbenpapillen bedeckt. Der verhältnissmässig kleine Fruchtknoten ist auf's dichteste mit langen, schlichten Haaren fast von der Länge des Griffels bedeckt, welche, wie die der Innenfläche der Perigonröhre und die viel kürzeren der Discusdrüsen, glatt und meistentheils ziemlich weitlumig sind. Die Blätter sind ziemlich derb, pergamentartig, ausgezeichnet durch einen fast transversalen Verlauf der Venen zwischen den bogig aufwärts steigenden Seitennerven und durch eine grosse Straffheit der an Bruchstellen derselben hervortretenden Bastfasern, unter denen sich sehr dickwandige, spiessige, glasig aussehende von sehr bedeutenden Dimensionen befinden.

Dem gegenüber sind, um die noch nicht berührten Theile von Lasiadenia kurz in Vergleich zu ziehen, die Staubgefässe einschliesslich der Antheren bei dieser als hermaphrodit bezeichneten Gattung in der Perigonröhre eingeschlossen, die sutural stehenden derselben etwas über der

---

Es sind also die beiderlei Blüthen von Linodendron Lagetta Gr. — bei den anderen Arten ist die Sache wahrscheinlich die gleiche, liess sich aber wegen der Spärlichkeit des Materiales nicht ebenso sicher beurtheilen — getrennt und nicht wirklich eingeschlechtig, sondern nur dimorph zufolge Begünstigung je des einen Geschlechtes in seiner Entwicklung. Die einen sind, wie ich es genannt habe, überwiegend männlich und schwach weiblich, hyperandrisch und miogyn, durch welche Bezeichnung ihr physiologischer Werth direct und bestimmter hervorgehoben wird, als durch einen nur von dem Längenverhältnisse des Griffels hergenommenen Ausdruck; die anderen sind hypergyn und miandrisch, überwiegend weiblich und schwach männlich. Es ist wohl anzunehmen, dass die hypergyne Form durch die hyperandrische, die miogyne durch die miandrische befruchtet wird. Wahrscheinlich sind zugleich die hyperandrischen Blüthen protandrisch, die hypergynen protogyn. Ich habe zwar die Antheren solcher bereits in der Knospe geöffnet gefunden; auf diesen Zustand mag aber das Trocknen der Blüthen von wesentlichem Einflusse gewesen sein.

Mitte eingefügt, die medianen über diesen, alle mit so kurzen freien Theilen der Filamente, dass die Antheren fast als sitzend erscheinen. Der Griffel ist sehr kurz, kaum länger als die Narbe selbst, mit dieser von den unteren Antheren noch ebenso weit als diese von den oberen abstehend, nur an der Basis behaart und, soviel ich sehen kann, aus der Spitze des Fruchtknotens sich erhebend, während Meisner ihn seitlich stehend nennt, nicht aber auch zeichnet. Die Narbe ist dick kopfförmig, ähnlich der von Daphnopsis, in den Griffel keulig verschmälert. Der Fruchtknoten ist verhältnissmässig gross und dicht zottig von kurzen, die der Discusdrüsen an Länge nicht viel über das Doppelte übertreffenden und wie diese (und die Haare auf den Blättern) dickwandigen und von kleinen Knötchen rauhen Haaren. Die Blätter sind membranös, netzaderig; die an Bruchstellen hervortretenden Bastfasern sehr dünn und geschlängelt.

Eine derartige ganze Reihe von Unterschieden in der Beschaffenheit der Blüthen und der vegetativen Theile, zu welchen Unterschieden sicherlich nach dem Bekanntwerden der reifen Früchte von Linodendron noch weitere in dem Verhalten dieser hinzutreten werden, dürfte in Verbindung mit dem verschiedenen Verbreitungsbezirke es, wie schon ausgesprochen, als angemessen erscheinen lassen, Lasiadenia Benth. und Linodendron Griseb. als selbständige Gattungen zu betrachten, zumal keine der Arten von Linodendron in irgend einer Weise aus dem Rahmen dieser Gattung heraustritt, um eine Annäherung an Lasiadenia zu verrathen.

Erwähnt mag noch sein, dass bei Linodendron die Gefässbündel im Blatte von gestreckt prismatischen Krystallen begleitet sind, welche an die bei der Linde den Bast begleitenden erinnern, und dass, ausser bei L. venosum, die Spaltöffnungen (an der Unterseite des Blattes) tief eingesenkt, und die Grübchen über ihren von kleinen, papillös ver-

längeren Zellen mit annähernd kreisförmigem Querschnitte untermischt sind, welche sich auffallend von den übrigen Epidermiszellen unterscheiden und der Unterseite des Blattes ein eigenthümlich mattes, etwas schwammiges Aussehen verleihen. Die Epidermiszellen der Blattoberseite springen, besonders in der Mitte der Venenmaschen, sehr tief in das Innere vor. Dieselben besitzen sehr stark verschleimte innere Membranen. Das Letztere ist auch bei Lasiadenia der Fall. Die Krystallzellen, welche hier die Gefässbündel begleiten, sind kurz und enthalten kleine Drusen. —

Um nun zu Daphnopsis cuneata zurückzukehren, so sind noch über die anatomischen Verhältnisse von Frucht und Same einige Angaben beizufügen.

Das Pericarp ist ganz aus dünnwandigen, grossen, saftführenden Zellen aufgebaut, von denen die der äusseren Oberfläche den Epidermiszellen der Blätter ähnlich sind, Spaltöffnungen aber nicht zwischen sich fassen.

Die Samenschale besteht in ihrem festeren, krustösen Theile aus einer Schichte schief prismatischer, von aussen nach innen abwärts geneigter, abgesehen von ihrer Aussenfläche beträchtlich verdickter, reichlich von feinen Tüpfelcanälen durchsetzter, rothbrauner Sklerenchymzellen mit mässig grossem Lumen. Die Schiefstellung dieser Zellen bedingt, dass sie an Querschnitten des Samens in 3 bis 4 Schichten hinter einander liegend erscheinen. Dieser Theil ist aussen überlagert von einem zusammengesunkenen, mehrschichtigen Gewebe aus grösseren, ziemlich dünnwandigen, hellbraunen Zellen, welche durch das Einsinken ihrer der Oberfläche parallelen Membranen das fein grubig-punktirte Aussehen der Samenoberfläche bedingen. Nach innen schliesst sich an die krustöse Partie eine aus blasig erweiterten, dünnwandigen, farblosen, da und dort etwas Amylum führenden Zellen bestehende Endopleura an, welche mit kleineren, netzförmig verdickten Zellen abschliesst. Nur die gegen das Samen-

innere gekehrte Seite dieser Zellen ist glatt, zugleich ist sie dicker, und in die Verdickungsmasse scheinen hier bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückte und mit einander verschmolzene Zellen einbezogen zu sein.

Die Haupttheile des Embryo, die Cotyledonen, werden von einem gleichmässigen, ziemlich kleinzelligen Parenchyme gebildet, das reichlich Amylum neben wenig Plasma enthält.

Dass die isolirt bei der Pflanze getroffene Frucht, auf welche sich alle diese Angaben beziehen, wirklich zu D. cuneata gehöre, liess sich mit Sicherheit aus der Beschaffenheit des Fruchtstieles erkennen, namentlich aus seiner vollständig mit jener der Blüthenstielchen übereinstimmenden Bekleidung mit kurz borstlichen, sehr dickwandigen, gekrümmten Haaren, an welchen die Neigung, zweiarmig zu werden, durch Bildung einer kürzeren oder längeren Aussackung unter der mitunter zu einem kurzen Stielchen ausgebildeten Anheftungsstelle deutlich hervortrat.

Von Früchten anderer Daphnopsis-Arten standen mir vorzugsweise die von D. tinifolia in ausreichender Menge zur durchgreifenden Vergleichung der anatomischen Verhältnisse zu Gebote. Sie erwiesen sich in den meisten Stücken als ausserordentlich ähnlich denen der D. cuneata. Doch besitzen sie ein sklerenchymatisches Endocarp aus gestreckten, in verschiedenen Richtungen gelagerten Zellen, was ihnen einen etwas drupösen Charakter verleiht. Aehnlich verhält sich das auch bei D. brasiliensis Mart. (Exemplar von Martius) und bei D. Bonplandi Meisn. (Exemplar von Schiede aus Mexico), ferner auch bei der sonst so nahe stehenden D. Guacacoa Wr. (Originalexemplar des Herb. Griseb.), bei welcher die Sklerenchymzellen des Endocarpes zierlich engmaschig-netzförmig verdickt sind. Für die Frucht dieser letzteren Art hat Wright in der That auch auf der Etiquette des Herb.

Griseb. unter Durchstreichung der zuerst für sie in Anwendung gebrachten Benennung „Berry" die Bezeichnung „Drupe" gebraucht, welche aber Grisebach im Cat. Pl. Cub. wieder mit „Bacca" vertauscht hat.

Die Samenschale ist bei D. tinifolia viel derber als bei D. cuneata, übrigens aus denselben Gewebeschichten zusammengesetzt, wie bei dieser. Die grössere Derbheit kommt zumeist auf Rechnung einer stärkeren Streckung und geringeren Neigung der hier zugleich stärker verdickten und engeren, dunkel braun gefärbten, prismatischen Zellen der krustösen Schichte. Bei D. Guacacoa sind die Zellen dieser Schichte im Gegentheile derart verkürzt, dass sie nahezu cubisch erscheinen, und dem entsprechend ist auch die Samenschale noch viel dünner als bei D. cuneata, fast hautartig und biegsam.

Der Embryo zeigt bei D. tinifolia wieder eine auffallende Verschiedenheit gegenüber D. cuneata. Die Cotyledonen, welche auch hier der Rücken- und Bauchfläche des Samens anliegen, enthalten nämlich nur sehr wenig Amylum; statt dessen Oel und zahlreiche kleine Aleuronkörner. Dass in diesem Punkte Verschiedenheiten auch bei den bisher schon bekannt gewesenen Arten von Daphnopsis vorkommen, zeigte mir D. Bonplandi, deren Embryo reich an Amylum ist. Bei D. Guacacoa fand ich in dem nicht ganz reifen Embryo viel Oel, neben Aleuron und wenig Amylum. Bei der Nachweisung des letzteren durch wässerige Jodkalium-Jodlösung bildete sich um die durch Aether entfetteten Schnitte ein Saum blauer Flüssigkeit, aus welcher alsbald sich eine wolkig trübe, blau gefärbte Masse abschied. Aehnliches war auch bei D. tinifolia zu beobachten.

Auch unter den Früchten von D. tinifolia ist ein Rest der Perigonbasis mit am Rande vorstehenden, haarartigen Fasern erhalten, doch ist derselbe dünner, und die Fasern sind weniger deutlich zu Büscheln gruppirt als bei D. cuneata.

## Anhang.

Der in der Anmerkung auf Seite 488 erwähnte Fall aus der Familie der Apocyneen, in welchem nur durch die anatomische Methode die Bestimmung eines äusserst fragmentarischen Materiales ermöglicht wurde, ist folgender.

Es liess sich nach den oben, p. 488, als charakteristisch für die Asclepiadeen und Apocyneen bezeichneten anatomischen Verhältnissen — seidenartige Bastfasern und markständiger Bast — unter Rücksichtnahme zugleich auf das Vorhandensein von Milchsaft, sowie auf die opponirte oder gelegentlich gedreit-wirtelige Stellung der Seitenzweige und der von den abgefallenen Blättern hinterlassenen Narben eine Pflanze aus den Philippinen als höchst wahrscheinlich zur Familie der Apocyneen gehörig erkennen, von welcher nur entblätterte Stengelstücke bis zur Dicke eines kleinen Fingers vorlagen, wie sie in dem Vaterlande der Pflanze zur Bereitung des dort sehr hoch geschätzten, „Balsamo de Tagulauay" genannten Wundbalsames, durch Ausziehen der Rinde mit Oel benützt werden.

Als sich dann bei der Auseinandernahme eines grösseren Bündels solcher Zweige, welches aus Cebú durch Herrn Apotheker Rothdauscher nach München gekommen war, noch ein paar Blätter an einem jungen Seitenzweige auffinden liessen, wurde unter Vergleichung der aus den Philippinen im Münchener Herbare vorhandenen Gewächse die weitere Bestimmung der Pflanze ermöglicht, und dabei die Zugehörigkeit derselben zur Familie der Apocyneen vollauf bestätiget.

Es ist eine Art der von Bentham erst in den Gen. Plant. II, 1876, p. 715 von Ecdysanthera Hook. & Arn. abgegliederten Gattung Parameria, wie aus der Gestalt, der Nervatur und der Behaarung des Blattes sich wahr-

[illegible] hatte und wie durch die sehr weit gehende Uebereinstimmung [illegible] der Beschaffenheit der Blätter und der Zweige mit einer Pflanze von den Philippinen sich mit Gewissheit ergeben liess, welche die Sammlung von Cuming unter n. 1126 enthält, und welche seiner Zeit von A. De Candolle im Prodr. VIII. 1844, p. 446 mit der nunmehr als Parameria glandulifera Benth. bezeichneten Ecdysanthera glandulifera A. DC., ursprünglich Echites glandulifera Wallich (Cat. n. [illegible]) aus Martaban, vereinigt und trotz augenfälliger Unterschiede bis jetzt dabei belassen worden ist.

In der That ist auch, wie nun leicht zu finden war, in der neuen, von den Herren P. Andrés Naves und P. Celestino Fernandez-Villar besorgten Folioausgabe von Blanco's Flor. de Filip., Vol. IV, Appendix (1880), p. 131 Parameria glandulifera Benth. (mit dem Synonyme Echites torosa, non Jacq., Llanos Fragmentos etc. und mit Einschluss der von Bentham in den Gen. Pl. l. c., woselbst die Zahl der Arten auf „2 oder 3" angegeben wird, als eine durch länger gestielte Blätter ein Wenig abweichende Form betrachteten, von Griffith auf Malacca gesammelten Ecdysanthera Griffithii Wight — nicht Griffith, wie irrthümlich die Herausgeber von Blanco schreiben — Icon. IV, 1850, in textu ad tab. 1307, E. glandulifera in tab.), sowie eine zweite, aus der sumatranischen Ecdysanthera pedunculosa Miq. Fl. Ind. Bat. Suppl., 1860, p. 557 hervorgegangene, durch die Länge der dünnen Blattstiele und der Inflorescenzstiele ausgezeichnete Art, Parameria pedunculosa Benth., als das Material bezeichnet, aus welchem der erwähnte, nach einem der zahlreichen, dort aufgeführten Eingeborenennamen dieser Pflanzen genannte Tagulanay-Balsam „durch Kochen der Rinde, der Wurzeln und Blätter in Oliven- oder Cocosöl, oder in blossem Wasser", wie es hier heisst, bereitet wird.

Diese Angaben scheinen jedoch, obwohl sie dem bisher von der Gattung Parameria bekannt Gewordenen auf's Unmittelbarste sich anschliessen, nicht schlechthin als giltig angesehen werden zu dürfen.

Die Uebereinstimmung der von dem zweiten der vorhin genannten Herausgeber und Interpreten Blancos, dem an der betreffenden Stelle unterzeichneten P. F.-Villar, als Parameria pedunculata bezeichneten Pflanze der Philippinen mit der von Miquel nach einer Pflanze aus Sumatra aufgestellten Art bedarf erst noch der Bestätigung durch directe Vergleichung der entsprechenden Materialien.

Und was Parameria glandulifera betrifft, so habe ich schon bei ihrer ersten Erwähnung in dem Vorausgehenden darauf hingedeutet, dass die bisher zu dieser Art gerechnete Pflanze aus den Philippinen von Cuming mannigfache Abweichungen zeigt von der zunächst unter diesem Artnamen zu verstehenden Pflanze Wallich's aus Martaban (coll. n. 1659, welcher nach Don, General Syst. IV, 1838, p. 75, und Anderen die weitere aus Singapore, coll. Wallich n. 1660, dann die schon erwähnte aus Malacca von Griffith, ferner die von Kurz in der Forest. Fl. Brit. Burma II, 1877, p. 189 aufgeführten Pflanzen aus Tenasserim und von den Andaman-Inseln, sowie nach Benth. Ecdysanthera barbata Miq. Fl. Ind. Bat. II, 1856, p. 451 — Parsonsia b. Bl. Bijdr. XVI, 1826, p. 1042 — aus Java beizuzählen sein mögen). Die philippinische Pflanze ist meiner Meinung nach als eine besondere Art zu betrachten, wie gleich näher dargelegt werden soll.

Das mir vorliegende, sterile Material endlich, welches der Kürze der Blattstiele gemäss jedenfalls nicht auf Parameria pedunculosa bezogen werden kann, zeigt selbst auch wieder gegenüber der zunächst ähnlichen Cuming'schen Pflanze erhebliche Eigenthümlichkeiten, welche kaum blosse individuelle Schwankungen sein dürften, so dass ich es auch

für die dafür verwendete Pflanze als angemessen erachten und ihr den Werth einer besonderen Art zuerkennen.

Nur von diesem sterilen Materiale ferner ist mit Sicherheit die Verwendung zur Bereitung des Tagulaway-Balsames bekannt. Ob auch andere Arten, ob vielleicht alle Arten von Parameria die gleiche Verwendbarkeit besitzen, ist erst weiter zu erfahren. Wahrscheinlich ist das wenigstens für die der philippinischen Flora fremden Arten nicht, da sonst wohl auch anderwärts, wo diese Arten vorkommen, ähnlicher Gebrauch von denselben schon würde gemacht worden sein. Nach Mittheilung des Herrn Apotheker Rothdauscher deutet zwar eine auch von F.-Villar angeführte Bezeichnung jenes Balsames als „Aceite de moro" (maurisches Oel) darauf hin, dass derselbe auch auf den Sulu-Inseln, deren mohamedanische Bewohner auf den Philippinen „moros" genannt werden, bekannt und vielleicht schon seit längerer Zeit als auf den Philippinen bekannt ist. Die Sulu-Inseln sind aber wohl zu demselben engeren, von dem eigentlichen malayischen zu unterscheidenden Florengebiete zu rechnen, wie die Philippinen (s. Miq. Fl. Ind. Bat. I. 1855, p. XIII; Griseb. Veget. d. Erde II, 1872, p. 67), und darnach ist auch auf eine Uebereinstimmung der verwendeten Pflanzen zu schliessen.

Ich will die in Rede stehende Pflanze, ihrer Verwendung halber, als Parameria vulneraria bezeichnen, die ihr nahe stehende Cuming'sche als Parameria philippinensis und gehe nun dazu über, zunächst die Unterschiede dieser letzteren von der eigentlichen Parameria glandulifera (Echites glandulifera Wallich coll. n. 1659) darzulegen, sowie ihr gegenüber dann die Eigenthümlichkeiten der P. vulneraria, soweit das die Unvollständigkeit des Materiales gestattet, hervorzuheben.

Was die Cuming'sche Pflanze, Parameria philippinensis m., als besondere Art auszeichnet, sind Eigen-

thümlichkeiten der Zweigoberfläche, des Blattes, der Inflorescenzen und der Blüthe (— Früchte liegen mir weder von ihr, noch von der Wallich'schen Pflanze vor).

Die Oberfläche der jungen Zweige ist bei P. philippinensis von kleinen, häckchenartigen, dickwandigen, mit ihrer Spitze nach abwärts gerichteten, an ihrer Aussenfläche gestreiften, resp. mit Knötchenreihen besetzten Härchen dicht, wie mit einem staubartigen Ueberzuge, bedeckt. Bei P. glandulifera ist die Oberfläche vollständig kahl, glatt und glänzend.

Die Blätter, in deren Achseln bei beiden Arten, wie auch bei anderen Apocyneen (s. d. Familiencharakteristik in DC. Prodr. VIII, 1844, p. 318 etc.), ähnliche Drüsen auftreten, wie über den Kelchblättern, sind bei P. philippinensis im oberen Drittel stärker verbreitert und mit einer stumpferen Zuspitzung versehen, ferner gegen den Blattstiel schärfer abgesetzt als bei P. glandulifera. Die wenig zahlreichen, bogig aufsteigenden, in ihren Achseln meist mit bebärteten Grübchen versehenen Seitennerven bilden bei P. glandulifera von ihrem Ursprunge an einen nach aussen convexen Bogen; bei P. philippinensis geschieht die Abzweigung allmäliger, in einer geschwungenen Linie, mit erst nach innen, dann nach aussen convexem Bogen. Die von den Seitennerven sich abzweigenden Venen treten bei P. glandulifera unterseits kaum sichtbar, bei P. philippinensis deutlich hervor. Zugleich ist die Farbe des Blattes unterseits eine verschiedene: bei P. glandulifera hell gelbbraun, bei P. philippinensis grünlich braun.

Das Gefüge des Blattes ist bei beiden Arten im allgemeinen ein sehr ähnliches, doch finden sich Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Spaltöffnungen und in dem Auftreten von Krystallzellen. Die obere Epidermis besteht aus kleinen, flachen, 4—6-eckigen Zellen und ist stellenweise zweischichtig. Das Pallisadengewebe zeigt eine obere

Lage kürzerer Zellen mit braunem, gerbstoffreichem Inhalte und eine oder stellenweise auch zwei Lagen längerer Zellen mit grünem Inhalte. Den grössten Theil der Blattdicke nimmt ein vielschichtiges, grosslückiges Schwammgewebe für sich in Anspruch. Die untere Epidermis wird von drei- oder mehreckigen, dann häufig rhombischen oder trapezoidischen Zellen von kaum beträchtlicherer Grösse als die der oberen Epidermis gebildet, so dass durch das Auftreten zahlreicher spitzer Winkel das Ganze ein eigenthümliches Aussehen erhält. Die Spaltöffnungen, in Zahl und Anordnung annähernd den Lücken der untersten Schwammgewebslage entsprechend, besitzen verhältnissmässig breite, nach der von der Spalte abgewendeten Seite hin verschmälerte, mehr oder minder trapezartige, oder bei P. philippinensis mehr halbmondförmig gestaltete Schliesszellen. Die letzteren sind bei P. glandulifera breiter und nur hier rechtwinklig zu der zwischen ihnen gelegenen Spalte mit Cuticularstreifen versehen. Ein weiterer erheblicher Unterschied besteht darin, dass das Pallisadengewebe bei P. philippinensis in seiner oberen und unteren Lage zahlreiche Zellen mit ziemlich grossen Krystalldrusen enthält. Bei P. glandulifera fehlen die Krystalldrusen zwar nicht vollständig, aber sie sind so spärlich und so klein, dass man nicht bloss für Querschnitte, sondern auch für Flächenschnitte das polarisirte Licht zu Hilfe nehmen muss, um sich von ihrem Vorhandensein zu überzeugen. An den Querschnitten der Gefässbündel, welche die Seitennerven bilden, zeigen sich bei beiden Arten nur spärliche Faserzellen im Baste, eine oder zwei auf der oberen, drei oder vier auf der unteren Seite in weitem Abstande von einander, dagegen zahlreiche Gerbstoffschläuche mit tief braunem Inhalte, selbst zwischen die Holzzellreihen sich eindrängend. Im Weichbaste finden sich zahlreiche kleine Krystalle und namentlich oberseits Milchsaftröhren mit farblosem, nicht doppelt brechendem Inhalte.

Die Inflorescenzen sind bei P. glandulifera dadurch ausgezeichnet, dass die Blüthenstielchen zu 10 und mehreren in Folge einer Verkürzung aller den letzten Auszweigungen innerhalb einer solchen Gruppe vorhergehenden Axenglieder zu doldenartigen Büscheln an der Spitze der Inflorescenzästchen zusammengedrängt erscheinen, wie es auch die Abbildung von Wight annäherungsweise darstellt, mit aussen und innen am Grunde der Büschel gehäuften Bracteen und Bracteolen. Bei P. philippinensis dagegen sind die den Blüthenstielchen vorausgehenden Glieder der gleichen und der Abstammungsachsen deutlich entwickelt und grossentheils bis zur Länge der Blüthenstielchen selbst gestreckt, die Blüthen somit innerhalb der cymös-rispigen Inflorescenz in Gruppen von mehr corymbösem als doldenartig-büscheligem Aussehen geordnet. Die Blüthenstielchen sind ferner hier ebenso minutiös behaart, wie die Zweigoberfläche selbst; bei P. glandulifera dagegen treten überhaupt erst an den Blüthenstielchen Haare auf, aber längere und locker stehende Haare, wie es De Candolle richtig in der Bezeichnung „pedicelli pilosiusculi" hervorgehoben hat.

Der Kelch ist bei P. philippinensis kaum halb so lang als bei P. glandulifera. Die Kelchblätter sind schärfer spitz, und die drei äusseren, in welche so zu sagen die Kanten der Blüthenstielchen sich hineinziehen, sind dicklich gekielt. Die Kelchblätter von P. glandulifera sind alle über der Mitte hautartig dünn, in eine breitere Spitze endend oder fast stumpf und zugleich länger behaart als die von P. philippinensis.

Die Krone ist bei P. philippinensis grösser als bei P. glandulifera; die Röhre über viermal so lang als der kleine Kelch, bei P. glandulifera kaum zweimal so lang als der hier grössere Kelch; dort mit fünf stumpfen Kanten versehen, welche nach unten stärker hervortreten und an der Basis fast sackartig zwischen den Kelchblättern sich hervor-

drängen, bei P. glandulifera dagegen kaum merklich kantig und ein Hervortreten der Kanten zwischen den Kelchblättern nicht wahrnehmbar; dafür ist hier die Kronenröhre als Ganzes nach unten erweitert, so dass sie kegelförmige Gestalt gewinnt. Die links (von aussen gesehen) deckenden und rechts gedrehten Lappen der Krone sind bei P. philippinensis grösser und an ihrer schiefen Basis breiter als bei P. glandulifera.

Die fünf Lappen des Discus sind bei P. philippinensis spitzer kegelförmig als bei P. glandulifera.

Die Staubgefässe zeigen keine erheblichen Unterschiede.

Ebenso das Pistill, an welchem nur die Spitze der beiden Fruchtknoten bei P. philippinensis etwas dichter behaart ist als bei P. glandulifera.

Was nun P. vulneraria betrifft, so stimmt dieselbe in der Beschaffenheit der Zweigoberfläche vollständig mit P. philippinensis überein.

Die Blätter, in deren Achseln sich hier spärlichere Drüsen als bei den anderen beiden Arten finden, sind länglich lancettlich, über der Mitte nicht verbreitert, mit einer vorgezogenen, stumpf endenden, längeren oder kürzeren Spitze versehen, gegen den Blattstiel, wie bei P. philippinensis, deutlich abgesetzt. Von den Seitennerven besitzen die oberen und mittleren einfach bogigen Verlauf, wie die von P. glandulifera, die unteren bilden einen doppelten Bogen, wie das bei P. philippinensis auch für die höher stehenden der Fall ist. Die Venen treten auf der blass grünlichen oder bräunlichen Unterseite kaum hervor.

Die anatomischen Verhältnisse des Blattes sind im grossen Ganzen den für P. glandulifera und philippinensis angegebenen sehr ähnlich, zeigen aber in mehreren Punkten Eigenthümlichkeiten, welche, wenn ich recht urtheile, nicht schlechthin als individuelle Abweichungen be-

zeichnet werden können, sondern specifischen Werth besitzen dürften und welche denn auch bei der Auffassung der Pflanze als einer besonderen Art den Ausschlag gegeben haben. Volle Gewissheit über ihren Werth und über die Selbständigkeit der Art wird freilich erst von der vergleichenden Untersuchung eines reicheren, vollständigeren und gleichaltrigen Materiales der hier in Betrachtung stehenden, nahe verwandten Pflanzen zu erwarten sein. Eine dieser Eigenthümlichkeiten betrifft die obere Epidermis: dieselbe ist durchaus einschichtig. Eine weitere die untere Epidermis: ihre Zellen sind erheblich grösser als die der oberen und besitzen annähernd wellig gebogene, d. h. in grösseren und desshalb weniger zahlreichen Bogen verlaufende Ränder. Von der eigenthümlichen, winkelreichen Beschaffenheit der unteren Epidermis von P. glandulifera und philippinensis ist hier nichts mehr zu bemerken. Die Spaltöffnungen dagegen sind wieder ganz ähnlich denen von P. philippinensis. Eine sehr wesentliche Eigenthümlichkeit besteht weiter darin, dass nicht bloss das Pallisadengewebe in seiner oberen und unteren Zellschichte, wie bei P. philippinensis, zahlreiche grosse Krystalldrusen beherbergt, sondern dass hier an der Grenze von Pallisaden- und Schwammgewebe und in die oberen Lücken des letzteren sich hereindrängend noch besondere Krystallzellen mit sehr grossen hendyoëdrischen Einzelkrystallen auftreten, welche an Grösse die Krystalldrusen übertreffen und gewöhnlich ähnlich, wie die bekannten Krystalle im Blatte von Citrus, so gestellt sind, dass eine scharfe Ecke nach oben, eine andere nach unten gekehrt ist. Sie treten ebenso an Querschnitten, wie an Flächenschnitten in auffallender Weise hervor. Eine weitere, sehr wesentliche Eigenthümlichkeit betrifft die Gefässbündel, welche die Seitennerven der Blätter bilden. An Querschnitten derselben zeigt sich, dass sie an ihrer unteren Seite vollständig bedeckt sind von Hartbastfasern, welche sogar in doppelter Reihe lücken-

los aneinander gefügt sind. Dafür sind die Gerbstoffschläuche hier weniger zahlreich entwickelt. Der Weichbast ist auch hier reich an kleinen Krystallen. Milchsaftröhren finden sich auch hier besonders an der Dorsalseite.

Namentlich der eben erwähnte, vollständige Bastbeleg der Gefässbündel im Blatte und die eigenthümlichen Krystallzellen an der Grenze von Pallisaden- und Schwammgewebe gaben Veranlassung dazu, in der vorliegenden Pflanze eine besondere Art zu vermuthen.

Sie ist, wie mir mitgetheilt wird, besonders in den Bergwäldern im Inneren der Insel Cebú zu finden, auf welcher auch vorzugsweise der erwähnte Wundbalsam bereitet wird, so dass derselbe auch den Namen Balsamo de Cebú erhalten hat.

Es bleibt noch die Structur der Zweige der in Rede stehenden drei Arten zu betrachten.

Von P. glandulifera und philippinensis liegen nur junge, blühende Zweige vor. Von P. vulneraria ältere, bis zur Dicke eines kleinen Fingers, mit jungen, aber nicht blühenden Seitenzweigen.

Nur diese Seitenzweige lassen sich mit den jungen Zweigen der anderen beiden Arten vergleichen. Dabei zeigt sich als wesentlichster Unterschied, dass der Bast bei diesen beiden Arten, wie in den Blattnerven, sehr reich an tief braun gefärbtem Gerbstoffe ist, während der von P. vulneraria nur gelblich oder röthlich gefärbte Gerbstoffschläuche in geringerer Menge enthält. Vielleicht hängt dieser Unterschied mit der Verwendbarkeit der in Betrachtung stehenden Arten zusammen. Am reichlichsten ist der braun gefärbte Gerbstoff bei P. glandulifera vorhanden. Hier sind auch die Markstrahlen des Holzes bis tief in dieses hinein davon erfüllt.

Von den älteren Zweigen der P. vulneraria mit 4—20 cm langen Internodien und gelegentlich mitten

aus den Internodien hervorbrechenden, verzweigten Nebenwurzeln haben die einen eine ziemlich glatte Rinde, resp. Korkbedeckung, die anderen eine von zahlreichen Rindenhöckern rauhe Oberfläche, beide mit bald mehr, bald weniger reichlich noch anhängenden Theilen der von den oben, unter P. philippinensis, schon näher betrachteten Härchen bedeckten Epidermis. Sie sind gegenüber den jüngeren Zweigen einmal dadurch ausgezeichnet, dass das später gebildete Holz sehr gefässreich und die Weite der Gefässe im Verhältniss zu den früher gebildeten eine sehr beträchtliche ist, wie gewöhnlich bei Schlinggewächsen, zu welchen auch die Arten von Parameria gehören; die Gefässe sind mit Hoftüpfeln und einfach durchbrochenen Querwänden versehen und da und dort, wie auch die benachbarten Zellen, mit einer Harzmasse erfüllt. Weiter sind die älteren Zweige dadurch ausgezeichnet, dass sie in dem später gebildeten Baste, in welchem Faserzellen nicht mehr auftreten, reich an kautschukführenden Milchsaftröhren sind, so dass die Rinde beim Durchbrechen der Zweige so zu sagen spinnt[1]), indem die Kautschukmasse, welche das Licht doppelt bricht, zu feinen, elastischen, etwas klebrigen Fäden ausgezogen wird. Beim Kochen in Wasser oder in Oel geht die Eigenschaft doppelt zu brechen verloren. Im Zustande der Spannung in Wasser gekocht werden die Fäden uneben, wie mit Knötchen besetzt und die dabei durchreissenden und sich zusammenziehenden erscheinen trübe, wie geronnenes Plasma. Ebenso in Olivenöl gekocht zerfallen die Fäden der Quere nach in Stücke von beträchtlich erhöhtem Durchmesser, werden schwach trüb und vacuolig und scheinen sich bei wiederholtem Kochen zu lösen. Theile der Zweige oder der

1) Aehnliches lässt sich auch bei anderen kautschukführenden Pflanzen beobachten, so z. B. beim Durchbrechen der Blattstiele von Hevea brasiliensis J. Müll. (coll. Spruce ao. 1849, n. 197).

Rinde, deren Zusammenhang man mit entsprechender Vorsicht bis auf die Kautschukfäden unterbrochen hat, lassen sich an diesen oft auf Zollweite auseinanderziehen, um, sich selbst überlassen, wieder zurückzuschnellen. Auch der markständige Bast liefert solche Fäden. Gleichzeitig treten an den Bruchstellen der Zweige, resp. der Rinde, die bald mehr bald weniger seidenartigen Fasern der äusseren, fast kautschukfreien Partie des Bastes hervor, und die zahlreichen Krystalle, welche sich zwischen denselben und nach aussen von ihnen in der primären Rinde, wie auch im inneren, faserlosen Theile des Bastes finden, werden dabei in einer kleinen Staubwolke fortgeschleudert und bleiben, soweit sie mit den Kautschukfäden nun in Berührung kommen, an diesen hängen. In der primären Rinde hat sich an den meisten der bis zur Dicke eines starken Federkieles herangewachsenen Zweige ein stellenweise einschichtiger, stellenweise mehrschichtiger, meist wiederholt unterbrochener Steinzellenring nahe an der Korkmasse, welche durch stark verdickte Wände in mehrschichtige Lagen gesondert ist, gebildet. Die Unterschiede, welche sich hierin, wie in der Häufigkeit der Lenticellen und der kautschukführenden Elemente, ferner in der gleich weiter zu erwähnenden Beschaffenheit des Hartbastes bei verschiedenen Zweigen finden, scheinen individueller Natur zu sein und grossentheils von dem Alter der Zweige abzuhängen, wie bei der Vergleichung junger Seitenzweige mit den sie tragenden Hauptzweigen zu sehen ist. An den jungen Seitenzweigen fehlt ein Sklerenchymring. Die kautschukführenden Milchsaftröhren entwickeln sich erst allmälig reichlicher, von dem Zeitpunkte ab, in welchem Hartbastfasern nicht mehr gebildet werden. In dem faserreichen, äusseren Theile des Bastes scheinen zwar auch Milchsaftelemente vorzukommen, aber mit anderem Inhalte, welchem die Eigenschaft der Doppelbrechung abgeht, wie auch für die Gefässbündel des Blattes schon angegeben

wurde. Das erschwert ihren sicheren Nachweis. Die Bastfasern, welche an jungen Zweigen gruppenweise zu Bündeln vereinigt sind, erscheinen später mehr zerstreut in dem mittleren Theile der Rinde und bedingen so ein feinfaserigeres Aussehen des an Bruchstellen hervortretenden Hartbastes. Grossentheils besitzen diese Fasern eine eigenthümliche, zarte, an die der rothen Muskelfasern erinnernde Querstreifung, welche bei Einstellung auf ihre tieferen Schichten nicht verschwindet. Andere sind in schiefer oder in der Längsrichtung fein gestreift. Viele sind bandartig platt, gleichsam von aussen nach innen zusammengedrückt.

Die wesentlichsten dieser Angaben lassen sich kurz in folgende Differentialdiagnosen zusammenfassen, in welchen ich alles den 3 in Rede stehenden Arten Gemeinschaftliche — ihre Schlingstrauchnatur, das gelegentliche Auftreten gedreitwirteliger statt gegenüberstehender Blätter, wie es auch an der Pflanze von Wallich zu beobachten ist, die Kürze der Blattstiele (gegenüber der vierten und letzten der zur Zeit bekannten Arten der Gattung Parameria, der sumatranischen P. pedunculosa, s. Miq. Fl. Ind. Bat., Suppl. 1860, p. 557), die oberseits rinnige Beschaffenheit der Haupt- und Seitennerven des Blattes, die geringe Zahl der letzteren, das Auftreten bebärteter Grübchen in ihren Achseln u. s. w. bei Seite lasse.

1. Parameria glandulifera Benth. (in Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 715, excl. stirpe philipp. ut in syn. Candoll., cf. infra; Kurz, c. aut. „DC.", Forest Fl. Brit. Burma II, 1877, p. 189, e Tenasserim et ex ins. Andamanicis; F.-Villar, c. aut. „DC.", in Blanco Fl. de Filipp. Ed. III, Vol. IV, Appendix 1880, p. 131, solummodo quoad syn. in seq. enum., vix quoad stirpem philippinensem ad sequentem verosimiliter vel ad tertiam speciem recensendam. — Parsonsia barbata Bl. Bijdr. XVI, 1826, p. 1042, e Java, cf. infra sub Ecdys. b. — Echites

glandulifera Wallich Cat. ao. 1828—32, n. 1659! e Martaban. — Echites monilifera Wall. Cat. n. 1660, e Singapore, t. Don in General Syst. IV, 1838, p. 75 ad anteced. recensend. — Ecdysanthera glandulifera A. DC. Prodr. VIII, 1844, p. 443, excl. Cuming pl. philipp. n. 1126, cf. spec. sequ.; Miq. Fl. Ind. Bat. II, 1856, p. 452, excl. exclud. ut in antec. — Ecdysanthera Griffithii Wight Icon. IV, 1850, in textu ad tab. 1307, E. glandulifera in tab., e Malacca, forma foliis longius petiolatis paullulum differens t. Benth. l. c.; Miq. Fl. Ind. Bat. II, 1856, p. 452. — Ecdysanthera barbata Miq. l. c. p. 451, c. syn. Parsonsia b. Bl., t. Benth. l. c.): Ramuli glaberrimi, laeves, nitidi, cortice substantia fusca tannino affini scatente; folia cuneato-lanceolata, in petiolos sensim angustata, supra medium parum dilatata, longius breviusve acuminata, acumine acutiusculo, nervis lateralibus arcu extrorsum convexo adscendentibus libro parum fibroso instructis, staurenchymate crystallis vix ullis foeto, epidermide superiore hic illic duplicata, inferiore e cellulis saepius acutangulis exstructa prope stomata striata; panicula laxior obtusa e fasciculis (cymulis) umbelliformibus composita, pedicellis pilosiusculis; calyx major; sepala ovata, subacuta, supra medium membranacea, pilosiuscula; corollae tubus calyce subduplo longior, conicus, obsolete 5-angularis, pilosiusculus, lobi oblique ovati, angustiores. (Fructus non vidi.)

In Indiae orientalis peninsula orientali nec non in Java: Wallich coll. n. 1659! (reliqua in literatura et synonymia indicata specimina non vidi).

2. Parameria philippinensis m. (Ecdysanthera glandulifera A. DC. Prodr. VIII, 1844, p. 443 quoad Cuming pl. philipp. n. 1126!; Miq. Fl. Ind. Bat. II, 1856, p. 452 quoad eandem stirpem. —? Echites torosa, non Jacq., Llanos Fragmentos etc., 1851, 1858, e provincia Bulacan et e prov. de Pampanga, cf. F.-Villar in Blanco

Fl. de Filipp. Ed. III, Vol. IV, Appendix 1880, p. 131 c. indic. „Cuming n. 1126" certe huc referenda. — Parameria glandulifera Benth. l. supra c., quoad stirp. Cumingianam; F.-Villar l. c. quoad stirp. Cuming. et? quoad vivam in ins. philipp. Luzon et Pan-ay visam, ad hanc vel ad spec. sequentem recensendam, reliquis exclus. ad P. glandulif. spectantibus): Ramuli pulverulento-puberuli, cortice substantia fusca tannino affini foeto; folia elliptico- vel subobovato-lanceolata, basi obtusa petiolis insidentia, longius breviusve acuminata, acumine obtuso, nervis lateralibus arcu basi introrsum supra basin extrorsum convexo adscendentibus libro parum fibroso instructis, staurenchymate crystallis agglomeratis crebris foeto, epidermide superiore hic illic duplicata, inferiore e cellulis saepius acutangulis exstructa circa stomata quoque laevi; panicula corymbiformis e cymulis et ipsis corymbiformibus composita, pedicellis pulverulento-puberulis; calyx parvus; sepala triangulari-ovata, acutissima, exteriora crassiuscule carinata, puberula; corollae tubus calyce quadruplo longior, obtuse 5-angularis, angulis basi inter sepala saccato-protrusis, inter angulos tantum basi puberulus, lobi oblique ovati, latiores. (Fructus non vidi.)

In insulis philippinensibus: Cuming n. 1126!

3) Parameria vulneraria m. (?Echites torosa, non Jacq., Llanos l. supra c., cf. spec. anteced. — ?Parameria glandulifera, non Benth., F.-Villar l. supra c., quoad stirp. philippinens. partim, reliquis excl., cf. spec. anteced.): Ramuli pulverulento-puberuli, adultiorum cortice interiore latice (sicco) gummi elastico simili scatente; folia oblongo-lanceolata, longius breviusve acuminata, acumine obtuso, nervis lateralibus inferioribus arcu basi introrsum supra basin extrorsum convexo, superioribus arcu simplici extrorsum convexo adscendentibus subtus libro biseriatim fibroso instructis, staurenchymate crystallis agglomeratis crebris foeto, insuper cellulis majoribus crystallis singulis hendyoëdricis

expletis inter staurenchyma et pneumatenchyma interjectis onusta, epidermide superiore nusquam duplicata, inferiore e cellulis majoribus grossiuscule subundulatis exstructa circa stomata quoque laevi. (Flores fructusque non vidi.)

In insulis philippinensibus, praesertim in Cebú, in sylvis montanis: Misit Rothdauscher!

---

# Sitzungsberichte
der
# königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

## Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. November 1884.

Herr H. Seeliger spricht über:

„Die Vertheilung der Sterne auf der nördlichen Halbkugel nach der Bonner Durchmusterung.“

In den Sitzungsberichten der Wiener Akademie (Jahrgang 1869) hat Littrow die Resultate einer Abzählung der in jedem Declinationsgrad der Bonner Durchmusterung enthaltenen Sterne gegeben und dabei die Abzählung für jede Zehntelgrössenklasse durchführen lassen. So werthvoll diese Arbeit für die Statistik des Sternhimmels ist, so kann sie doch über die Vertheilung der Fixsterne nur sehr wenig aussagen, weil bei ihr eine Rücksicht auf die Rectascension nicht stattgefunden hat. Es ist deshalb sehr zu bedauern, dass Littrow seine Arbeit so angelegt hat; denn sie hätte ein viel grösseres Interesse darbieten können, wenn auch die Rectascensionen partienweise abgetheilt worden wären und dies hätte damals mit verhältnissmässig wenig Mühe bewerkstelligt werden können. Jetzt muss die ganze Arbeit von Neuem

ausgeführt werden und die Littrow'sche Abzählung kann hierbei nur als Controlmittel dienen.

Eine solche Abzählung ist aber von geradezu erdrückender Langweiligkeit und Langwierigkeit und dies ist wohl auch der Grund, warum sie noch nicht ausgeführt worden ist, denn über ihren Nutzen dürften wohl keine Meinungsdifferenzen herrschen. Ich hatte nun vor mehreren Jahren Veranlassung einen zuverlässigen Menschen, der sich zu solch mechanischen Arbeiten sehr eignet, zu beschäftigen und da habe ich nicht gezaudert ihm die genannte höchst mühsame und langwierige Abzählung zu übergeben. Er hat den grössten Theil der directen Abzählungen ausgeführt. Im letzten Jahre habe ich nun Herrn List, Assistenten der hiesigen Sternwarte, veranlasst, die damals erhaltenen Resultate fertig zu stellen und die umfangreichen Revisionen, die sich als nöthig herausstellten, auszuführen. Auch hat derselbe bei den meisten, weiter unten zu erwähnenden Rechnungen mitgewirkt. Diese letzteren sind übrigens stets durch passend herausgesuchte Prüfungen controlirt und werden sich hoffentlich als völlig fehlerfrei erweisen.

Im Allgemeinen ist eine Arbeit von der Art der vorliegenden, ziemlich undankbar. Resultate allgemeineren Characters kann man aus ihr nicht eher ziehen, bis auch für die südliche Halbkugel ein ähnliches Werk, wie es die Bonner Durchmusterung (D. M.) für die nördliche ist, vorliegt. Ist dies aber einmal der Fall, dann wird freilich die Statistik des Sternhimmels, wie ich glaube und im Folgenden anzudeuten versuchen werde, wohl geeignet sein, Resultate von allgemeinerem Werthe ans Licht zu fördern und es werden dann auch die hier zu erwähnenden Zahlen an Bedeutung und Interesse gewinnen.

Von Vornherein wollte ich mich nicht auf die Abzählung der telescopischen Sterne allein beschränken. Da aber die Vertheilung der mit freiem Auge sichtbaren Sterne, also

bis etwa zur Grösse 6.5, mehrfach behandelt worden ist und hierbei die ganze Himmelskugel in Betracht gezogen werden konnte, (es sei hier nur an die sehr gediegenen Untersuchungen von Houzeau [Annales de l'Observatoire de Bruxelles, nouvelle série Tome 1, 1878] erinnert) so habe ich diese nicht, wie es bei den telescopischen Sternen geschehen ist, in Untergruppen getheilt. Ferner wäre es ziemlich zwecklos nach Zehntelsgrössenklassen, welche die D. M. angiebt, vorwärts zu gehen, denn es ist bekannt, dass diese im Allgemeinen nur Rechnungsgrössen sind, während die ganzen und halben Grössenklassen wirklichen Schätzungen ihre Entstehung verdanken. Eine Bestätigung dieser Thatsache ergibt ein ganz flüchtiger Blick auf die Littrow'sche Abzählung. Nur die Anzahl der Sterne von ganzer oder halber Grössenklasse ist continuirlich zunehmend, während die Zahl der dazwischen liegenden Sterngrössen ziemlich unregelmässig hin und her schwankt.

Es entstand nun aber die Frage, welche Grössenklassen man zusammenfassen soll und es ist zuzugeben, dass man in diesem Punkte verschiedener Meinung sein kann. Zunächst wollte ich, um ein genügend detaillirtes Material zu schaffen in keinem grösseren Intervalle, als von halber zu halber Grössenklasse vorwärts gehen. Nach dem Obigen muss weiter verlangt werden, dass jede Gruppe eine ganze oder eine halbe Grössenklasse enthalte. Nun bilden bekanntlich die Durchmusterungsgrössen 9.1 bis 9.5 nicht mehr Abstufungen derselben Scala, welche sich in den Schätzungen der helleren Sterne ausspricht. Um nun noch die Sterne $9.0^m$, welches die schwächsten Sterne der D. M. sind, die beinahe noch vollständig beobachtet sind, völlig verwerthen zu können, habe ich sie an das Ende der vorletzten Gruppe setzen zu müssen geglaubt und die Sterne $9.1^m$ bis $9.5^m$ in einer letzten Gruppe vereinigt. Ich liess daher die Abzählungen nach folgenden Klassen ausführen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Klasse | 1.0 | bis | 6.5 |
| 2. | " | 6.6 | " | 7.0 |
| 3. | " | 7.1 | " | 7.5 |
| 4. | " | 7.6 | " | 8.0 |
| 5. | " | 8.1 | " | 8.5 |
| 6. | " | 8.6 | " | 9.0 |
| 7. | " | 9.1 | " | 9.5. |

Die Anzahl der Sterne jeder dieser Klasse mit Ausnahme der ersten wurde in Intervallen von 20 zu 20 Zeitminuten in Rectascension und von Grad zu Grad in Declination aufgesucht. Die Publication dieser sehr weitläufigen Tabellen wäre aber ziemlich unnütz, keinesfalls wäre sie hier am Platze. Ich habe die Resultate nun in der Weise zusammengezogen, dass ich Tabellen anlegte, welche die Anzahl der Sterne angab, die in einem Areal vereinigt sind, welches 20 Zeitminuten in Rectascension und 5 Grad in Declination umfasste. Diese Abzählungen, die übrigens einem Theile der mitzutheilenden Rechnungen unterlegt worden sind, kann ich des Raummangels wegen ebenfalls hier nicht mittheilen. Ich habe die Absicht dieselben später in einem Bande der Annalen der hiesigen Sternwarte abdrucken zu lassen. Für die vorliegende Mittheilung habe ich vielmehr die erwähnten Tabellen auf die Hälfte ihres Umfanges reducirt, was übrigens für die meisten Zwecke auch ausreichen dürfte. Die nun folgenden Tafeln geben demnach die Anzahl der Sterne in Intervallen von 40 zu 40 Zeitminuten in Rectascension und von 5 zu 5 Grad in Declination. Was die Sterne der 1. Klasse betrifft, so wurden sie direct in Intervallen von 40 zu 40 Zeitminuten in Rectascension und von Grad zu Grad in Declination abgezählt.

Aus diesen Tafeln[1]) ergiebt sich für die Gesammtzahl der Sterne in der

1) Des bequemeren Satzes wegen fangen die Tabellen erst auf Seite 526 an, während der Text, durch dieselben unterbrochen, hierauf weiter fortgesetzt wird.

| | | |
|---|---|---|
| 1. Klasse | . . . . | 4120 |
| 2. „ | . . . . | 3887 |
| 3. „ | . . . . | 6054 |
| 4. „ | . . . . | 11168 |
| 5. „ | . . . . | 22898 |
| 6. „ | . . . . | 52852 |
| 7. „ | . . . . | 213973 |
| | Zusammen | 314952 |

Dazu kommen noch 126 Objecte, welche in der D. M. entweder als Nebel oder Variable angeführt werden.

Daraus ergiebt sich als Gesammtzahl aller Objecte nach der vorliegenden Abzählung:

315078.

Eine Summation aller Nummern der D. M., nachdem sämmtliche in den Bänden III—VI der Bonner Beobachtungen angegebene Correcturen Berücksichtigung gefunden haben, hat für dieselbe Zahl den Werth

315089

ergeben. Ich habe davon abgesehen, diese völlig belanglose Differenz durch weiteres Nachsuchen fortzuschaffen. Zum Theil liegt sie wahrscheinlich darin, dass die von Argelander gegebenen Verbesserungen in ein paar Fällen unrichtig oder nur einseitig angebracht worden sind.

Die Vergleichung mit Littrow hat mich einigermassen überrascht. Die Sicherheit der letzteren Abzählung ist nämlich durchaus nicht so gross, als Littrow geglaubt hat und als die von ihm angeführten Controlen vermuthen lassen. In einigen Fällen hat es den Anschein, als ob eine der abgezählten Grössenklassen nicht direct abgezählt, vielmehr die Differenz mit der in der D. M. für den betreffenden Declinationsgrad angegebenen Summe gebildet wurde.

**1. Klasse:**

| h m — h m | 0-4° | 5-9° | 10-14° | 15-19° | 20-24° | 25-29° | 30-34° | 35-39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 — 0.40 | 1 | 5 | 9 | 7 | 11 | 7 | 10 | 7 |
| 0.40— 1.20 | 8 | 5 | 6 | 9 | 11 | 9 | 7 | 8 |
| 1.20— 2.0 | 6 | 2 | 5 | 9 | 10 | 8 | 5 | 9 |
| 2.0 — 2.40 | 4 | 8 | 6 | 6 | 8 | 12 | 12 | 9 |
| 2.40— 3.20 | 4 | 3 | 5 | 9 | 10 | 11 | 13 | 8 |
| 3.20— 4.0 | 3 | 8 | 5 | 9 | 17 | 4 | 14 | 10 |
| 4.0 — 4.40 | 4 | 13 | 17 | 30 | 17 | 10 | 12 | 8 |
| 4.40— 5.20 | 14 | 10 | 6 | 17 | 10 | 11 | 11 | 12 |
| 5.20— 6.0 | 12 | 11 | 14 | 11 | 9 | 8 | 8 | 9 |
| 6.0 — 6.40 | 8 | 7 | 14 | 15 | 6 | 9 | 6 | 8 |
| 6.40— 7.20 | 3 | 8 | 7 | 8 | 9 | 10 | 8 | 9 |
| 7.20— 8.0 | 8 | 5 | 10 | 9 | 10 | 9 | 6 | 7 |
| 8.0 — 8.40 | 3 | 6 | 9 | 8 | 9 | 7 | 4 | 6 |
| 8.40— 9.20 | 2 | 6 | 3 | 6 | 6 | 9 | 10 | 7 |
| 9.20—10.0 | 5 | 8 | 8 | 3 | 6 | 5 | 9 | 7 |
| 10.0 —10.40 | 4 | 6 | 7 | 3 | 8 | 4 | 11 | 8 |
| 10.40—11.20 | 10 | 4 | 6 | 3 | 5 | 5 | 6 | 5 |
| 11.20—12.0 | 5 | 7 | 1 | 8 | 5 | 4 | 4 | 8 |
| 12.0 —12.40 | 6 | 5 | 6 | 8 | 10 | 20 | 3 | 4 |
| 12.40—13.20 | 2 | 2 | 10 | 8 | 8 | 6 | 3 | 7 |
| 13.20—14.0 | 5 | 5 | 3 | 5 | 9 | 4 | 6 | 12 |
| 14.0 —14.40 | 6 | 4 | 7 | 9 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 14.40—15.20 | 8 | 4 | 4 | 8 | 6 | 9 | 6 | 8 |
| 15.20—16.0 | 5 | 3 | 8 | 14 | 6 | 6 | 6 | 10 |
| 16.0 —16.40 | 6 | 7 | 6 | 8 | 6 | 12 | 7 | 6 |
| 16.40—17.20 | 5 | 7 | 12 | 15 | 12 | 8 | 7 | 5 |
| 17.20—18.0 | 15 | 2 | 11 | 14 | 13 | 9 | 12 | 9 |
| 18.0 —18.40 | 7 | 10 | 9 | 14 | 13 | 8 | 10 | 14 |
| 18.40—19.20 | 12 | 7 | 17 | 17 | 17 | 9 | 14 | 13 |
| 19.20—20.0 | 2 | 8 | 15 | 18 | 13 | 11 | 13 | 16 |
| 20.0 —20.40 | 3 | 5 | 19 | 13 | 16 | 12 | 11 | 15 |
| 20.40—21.20 | 8 | 13 | 5 | 8 | 10 | 8 | 7 | 17 |
| 21.20—22.0 | 5 | 10 | 10 | 11 | 10 | 9 | 4 | 9 |
| 22.0 —22.40 | 5 | 3 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 17 |
| 22.40—23.20 | 8 | 6 | 4 | 6 | 9 | 5 | 9 | 8 |
| 23.20—24.0 | 5 | 10 | 3 | 8 | 9 | 9 | 7 | 11 |
| Summe | 217 | 233 | 295 | 362 | 348 | 300 | 296 | 332 |

**Grösse 1.0—6.5**

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 10 | 10 | 7 | 4 | 5 | 4 | 3 | 1 | 0 |
| 17 | 10 | 7 | 9 | 9 | 3 | 3 | 7 | 1 | 2 |
| 6 | 6 | 4 | 8 | 10 | 5 | 7 | 5 | 1 | 0 |
| 6 | 10 | 11 | 8 | 1 | 5 | 3 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 16 | 8 | 7 | 7 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 6 | 13 | 10 | 7 | 6 | 5 | 8 | 1 | 3 | 1 |
| 10 | 7 | 5 | 6 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 9 | 7 | 6 | 7 | 3 | 2 | 6 | 1 | 0 | 2 |
| 2 | 10 | 7 | 8 | 3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 6 | 3 | 9 | 4 | 3 | 4 | 4 | 0 | 1 |
| 7 | 11 | 3 | 5 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 |
| 2 | 5 | 4 | 7 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 0 |
| 4 | 6 | 4 | 2 | 4 | 6 | 3 | 4 | 0 | 0 |
| 6 | 7 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 0 |
| 5 | 2 | 6 | 5 | 4 | 3 | 5 | 1 | 1 | 0 |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 3 | 8 | 2 | 1 | 4 | 0 |
| 7 | 2 | 8 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 9 | 6 | 2 | 6 | 6 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| 6 | 3 | 5 | 7 | 4 | 2 | 6 | 2 | 0 | 3 |
| 8 | 6 | 4 | 4 | 6 | 5 | 1 | 1 | 4 | 0 |
| 9 | 4 | 9 | 5 | 4 | 5 | 2 | 4 | 1 | 0 |
| 7 | 5 | 7 | 6 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 6 | 10 | 4 | 3 | 4 | 6 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 4 | 10 | 9 | 7 | 3 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| 7 | 8 | 5 | 3 | 7 | 5 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| 9 | 9 | 5 | 4 | 5 | 4 | 2 | 5 | 1 | 0 |
| 7 | 13 | 7 | 7 | 4 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 9 | 10 | 7 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 0 | 2 |
| 10 | 11 | 12 | 7 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 0 |
| 9 | 13 | 12 | 16 | 6 | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 15 | 16 | 11 | 9 | 9 | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 15 | 17 | 13 | 12 | 7 | 4 | 1 | 3 | 5 | 0 |
| 10 | 16 | 12 | 6 | 13 | 5 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 10 | 8 | 9 | 10 | 11 | 4 | 5 | 3 | 0 | 2 |
| 17 | 13 | 5 | 12 | 11 | 4 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 11 | 10 | 6 | 9 | 12 | 6 | 5 | 1 | 1 | 1 |
| 298 | 315 | 251 | 250 | 203 | 146 | 118 | 89 | 50 | 17 |

**2. Klasse:**

| h m — h m | 0-4° | 5-9° | 10-14° | 15-19° | 20-24° | 25-29° | 30-34° | 35-39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 — 0.40 | 5 | 5 | 2 | 9 | 5 | 5 | 9 | 10 |
| 0.40— 1.20 | 6 | 6 | 6 | 2 | 10 | 4 | 11 | 8 |
| 1.20— 2.0 | 2 | 9 | 5 | 4 | 4 | 6 | 4 | 13 |
| 2.0 — 2.40 | 1 | 3 | 3 | 7 | 5 | 5 | 7 | 14 |
| 2.40— 3.20 | 3 | 4 | 6 | 9 | 9 | 4 | 7 | 18 |
| 3.20— 4.0 | 5 | 8 | 6 | 5 | 12 | 9 | 10 | 15 |
| 4.0 — 4.40 | 1 | 9 | 9 | 8 | 7 | 4 | 6 | 12 |
| 4.40— 5.20 | 8 | 6 | 6 | 9 | 4 | 6 | 16 | 8 |
| 5.20— 6.0 | 3 | 1 | 7 | 5 | 8 | 16 | 15 | 13 |
| 6.0 — 6.40 | 9 | 8 | 13 | 10 | 12 | 8 | 9 | 19 |
| 6.40— 7.20 | 8 | 9 | 8 | 9 | 6 | 8 | 10 | 9 |
| 7.20— 8.0 | 3 | 5 | 3 | 8 | 12 | 4 | 6 | 13 |
| 8.0 — 8.40 | 4 | 4 | 3 | 4 | 9 | 6 | 10 | 5 |
| 8.40— 9.20 | 3 | 4 | 4 | 15 | 4 | 9 | 6 | 10 |
| 9.20—10.0 | 1 | 4 | 6 | 4 | 7 | 5 | 6 | 9 |
| 10.0 —10.40 | 7 | 2 | 2 | 5 | 7 | 8 | 3 | 4 |
| 10.40—11.20 | 2 | 2 | 8 | 6 | 7 | 6 | 9 | 8 |
| 11.20—12.0 | 2 | 1 | 6 | 4 | 9 | 8 | 6 | 3 |
| 12.0 —12.40 | 1 | 2 | 1 | 7 | 4 | 7 | 5 | 7 |
| 12.40—13.20 | 5 | 3 | 2 | 8 | 9 | 5 | 7 | 12 |
| 13.20—14.0 | 2 | 6 | 11 | 7 | 3 | 8 | 2 | 7 |
| 14.0 —14.40 | 9 | 1 | 6 | 5 | 2 | 7 | 3 | 8 |
| 14.40—15.20 | 2 | 2 | 8 | 4 | 8 | 6 | 7 | 4 |
| 15.20—16.0 | 3 | 4 | 9 | 6 | 6 | 1 | 3 | 7 |
| 16.0 —16.40 | 8 | 7 | 6 | 9 | 6 | 3 | 5 | 7 |
| 16.40—17.20 | 8 | 8 | 7 | 11 | 3 | 7 | 8 | 5 |
| 17.20—18.0 | 9 | 15 | 6 | 12 | 1 | 5 | 12 | 11 |
| 18.0 —18.40 | 12 | 7 | 18 | 5 | 7 | 9 | 4 | 10 |
| 18.40—19.20 | 9 | 10 | 16 | 21 | 10 | 12 | 15 | 17 |
| 19.20—20.0 | 11 | 11 | 17 | 20 | 14 | 16 | 20 | 20 |
| 20.0 —20.40 | 5 | 8 | 10 | 18 | 13 | 5 | 11 | 18 |
| 20.40—21.20 | 7 | 7 | 6 | 13 | 6 | 11 | 14 | 10 |
| 21.20—22.0 | 4 | 2 | 9 | 8 | 18 | 4 | 20 | 3 |
| 22.0 — 22.40 | 3 | 3 | 9 | 6 | 8 | 11 | 8 | 8 |
| 22.40—23.20 | 7 | 2 | 4 | 10 | 10 | 9 | 11 | 10 |
| 23.20—24.0 | 2 | 4 | 5 | 5 | 13 | 6 | 10 | 7 |
| Summe | 180 | 192 | 253 | 298 | 278 | 253 | 315 | 362 |

**Grösse 6.6—7.0.**

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 14 | 7 | 9 | 7 | 6 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| 9 | 15 | 14 | 8 | 5 | 8 | 7 | 2 | 2 | 0 |
| 13 | 12 | 12 | 7 | 5 | 4 | 2 | 3 | 4 | 0 |
| 5 | 11 | 10 | 24 | 12 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 9 | 11 | 6 | 9 | 5 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| 8 | 8 | 7 | 10 | 6 | 2 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 15 | 9 | 9 | 4 | 7 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 9 | 9 | 1 | 2 | 10 | 8 | 3 | 4 | 0 | 1 |
| 13 | 8 | 8 | 6 | 5 | 5 | 6 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | 7 | 3 | 11 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 8 | 6 | 2 | 4 | 4 | 1 | 7 | 1 | 1 |
| 10 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 6 | 4 | 3 | 0 |
| 5 | 1 | 6 | 6 | 0 | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 |
| 7 | 7 | 7 | 3 | 6 | 3 | 2 | 3 | 0 | 0 |
| 7 | 5 | 8 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 3 | 5 | 2 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 8 | 7 | 2 | 2 | 7 | 10 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | 5 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 0 |
| 5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| 6 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 7 | 6 | 10 | 3 | 2 | 5 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| 5 | 6 | 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| 7 | 11 | 7 | 4 | 2 | 6 | 2 | 0 | 3 | 1 |
| 6 | 7 | 7 | 2 | 6 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 8 | 5 | 7 | 4 | 2 | 4 | 7 | 1 | 0 |
| 8 | 8 | 6 | 3 | 7 | 5 | 5 | 4 | 1 | 0 |
| 19 | 9 | 10 | 2 | 6 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 19 | 12 | 0 | 9 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 13 | 3 | 7 | 7 | 2 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 19 | 7 | 11 | 7 | 6 | 5 | 4 | 1 | 4 | 0 |
| 18 | 17 | 14 | 10 | 5 | 10 | 2 | 5 | 2 | 0 |
| 14 | 11 | 7 | 8 | 11 | 11 | 4 | 3 | 0 | 1 |
| 14 | 13 | 5 | 9 | 8 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| 8 | 9 | 6 | 12 | 19 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 18 | 17 | 9 | 6 | 12 | 7 | 5 | 3 | 1 | 0 |
| 361 | 311 | 234 | 221 | 214 | 163 | 110 | 91 | 40 | 11 |

## [illegible] Kl[illegible]:

| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 14 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | | [illegible] | | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 24 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 24 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 14 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 17 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 20 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 24 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 20 | 20 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 24 | [illegible] | 24 | 16 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | 14 | 17 | [illegible] | [illegible] | 20 | [illegible] | 31 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 20 | 20 | 17 | 12 | 23 | [illegible] |
| [illegible] | 22 0 | 10 | 10 | 8 | 12 | 15 | 13 | 14 | 16 |
| [illegible] | 22 40 | 7 | 4 | 13 | 6 | 21 | 14 | 23 | 13 |
| 22 40 | 23 20 | 7 | [illegible] | 4 | 10 | 10 | 13 | 19 | 15 |
| [illegible] | 24 0 | 6 | 5 | 7 | 11 | [illegible] | 17 | 15 | 8 |
| | Summe | 314 | 313 | 395 | 427 | 452 | 450 | 496 | 512 |

## Grösse 7.1 – 7.5.

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 18 | 20 | 20 | 12 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 23 | 30 | 16 | 15 | 5 | 4 | 6 | 2 | 2 | 2 |
| 14 | 12 | 11 | 19 | 9 | 7 | 8 | 5 | 3 | 0 |
| 18 | 14 | 11 | 19 | 18 | 4 | 8 | 4 | 0 | 0 |
| 11 | 21 | 8 | 9 | 7 | 6 | 9 | 5 | 2 | 0 |
| 19 | 12 | 8 | 8 | 9 | 6 | 4 | 4 | 3 | 0 |
| 14 | 13 | 9 | 8 | 3 | 6 | 3 | 2 | 3 | 0 |
| 15 | 6 | 9 | 9 | 4 | 6 | 5 | 2 | 1 | 0 |
| 26 | 20 | 3 | 8 | 4 | 5 | 2 | 5 | 0 | 0 |
| 17 | 10 | 13 | 4 | 8 | 3 | 3 | 8 | 2 | 0 |
| 13 | 12 | 8 | 5 | 7 | 7 | 8 | 2 | 2 | 0 |
| 17 | 16 | 11 | 12 | 3 | 6 | 5 | 2 | 1 | 1 |
| 14 | 13 | 6 | 6 | 2 | 4 | 5 | 2 | 1 | 1 |
| 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 5 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| 13 | 8 | 15 | 8 | 6 | 7 | 8 | 5 | 2 | 0 |
| 14 | 9 | 5 | 4 | 7 | 4 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 9 | 12 | 14 | 9 | 5 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 |
| 8 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | 10 | 6 | 6 | 11 | 4 | 1 | 3 | 2 | 0 |
| 9 | 4 | 10 | 2 | 6 | 5 | 2 | 1 | 3 | 0 |
| 6 | 7 | 13 | 2 | 7 | 6 | 6 | 4 | 4 | 1 |
| 8 | 6 | 12 | 7 | 10 | 10 | 3 | 2 | 0 | 1 |
| 7 | 11 | 17 | 6 | 11 | 8 | 4 | 2 | 1 | 0 |
| 13 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 |
| 16 | 11 | 6 | 6 | 6 | 3 | 7 | 4 | 1 | 1 |
| 11 | 14 | 9 | 4 | 9 | 4 | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 17 | 12 | 13 | 6 | 8 | 5 | 7 | 7 | 1 | 0 |
| 15 | 26 | 10 | 18 | 3 | 9 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| 22 | 10 | 14 | 10 | 8 | 4 | 4 | 5 | 2 | 0 |
| 14 | 18 | 14 | 9 | 14 | 10 | 4 | 4 | 1 | 0 |
| 35 | 19 | 21 | 15 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| 24 | 22 | 21 | 18 | 9 | 5 | 7 | 3 | 1 | 0 |
| 26 | 20 | 26 | 13 | 16 | 10 | 7 | 4 | 3 | 0 |
| 23 | 12 | 24 | 11 | 16 | 13 | 6 | 4 | 2 | 1 |
| 18 | 22 | 11 | 10 | 15 | 6 | 5 | 10 | 1 | 0 |
| 15 | 19 | 15 | 19 | 13 | 5 | 5 | 2 | 1 | 1 |
| 561 | 489 | 428 | 343 | 294 | 208 | 172 | 128 | 62 | 16 |

**4. Klasse:**

| h m — h m | 0-4° | 5-9° | 10-14° | 15-19° | 20-24° | 25-29° | 30-34° | 35-39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 — 0.40 | 21 | 16 | 13 | 15 | 21 | 18 | 20 | 24 |
| 0.40 — 1.20 | 19 | 16 | 8 | 21 | 15 | 18 | 39 | 32 |
| 1.20 — 2.0 | 17 | 11 | 12 | 10 | 14 | 20 | 26 | 29 |
| 2.0 — 2.40 | 12 | 17 | 21 | 13 | 22 | 23 | 33 | 28 |
| 2.40 — 3.20 | 24 | 24 | 20 | 15 | 16 | 18 | 31 | 36 |
| 3.20 — 4.0 | 16 | 21 | 17 | 19 | 38 | 20 | 17 | 19 |
| 4.0 — 4.40 | 16 | 10 | 14 | 28 | 12 | 12 | 17 | 26 |
| 4.40 — 5.20 | 23 | 26 | 24 | 21 | 17 | 17 | 25 | 32 |
| 5.20 — 6.0 | 27 | 20 | 19 | 32 | 33 | 40 | 42 | 49 |
| 6.0 — 6.40 | 40 | 30 | 33 | 36 | 30 | 38 | 40 | 29 |
| 6.40 — 7.20 | 24 | 34 | 39 | 30 | 31 | 24 | 23 | 18 |
| 7.20 — 8.0 | 29 | 22 | 30 | 26 | 24 | 18 | 21 | 24 |
| 8.0 — 8.40 | 32 | 21 | 27 | 18 | 16 | 18 | 18 | 24 |
| 8.40 — 9.20 | 30 | 17 | 14 | 19 | 22 | 18 | 15 | 34 |
| 9.20 — 10.0 | 15 | 12 | 19 | 25 | 17 | 25 | 14 | 16 |
| 10.0 — 10.40 | 15 | 15 | 21 | 9 | 15 | 17 | 12 | 12 |
| 10.40 — 11.20 | 17 | 13 | 11 | 17 | 21 | 11 | 16 | 11 |
| 11.20 — 12.0 | 15 | 10 | 8 | 10 | 16 | 18 | 13 | 14 |
| 12.0 — 12.40 | 18 | 22 | 16 | 16 | 19 | 17 | 15 | 13 |
| 12.40 — 13.20 | 21 | 8 | 9 | 12 | 9 | 16 | 9 | 18 |
| 13.20 — 14.0 | 12 | 10 | 9 | 17 | 22 | 15 | 12 | 14 |
| 14.0 — 14.40 | 14 | 19 | 16 | 13 | 17 | 19 | 13 | 17 |
| 14.40 — 15.20 | 12 | 11 | 18 | 19 | 11 | 20 | 15 | 17 |
| 15.20 — 16.0 | 13 | 8 | 15 | 10 | 22 | 16 | 9 | 8 |
| 16.0 — 16.40 | 10 | 13 | 15 | 29 | 17 | 18 | 14 | 16 |
| 16.40 — 17.20 | 10 | 17 | 15 | 24 | 19 | 21 | 20 | 25 |
| 17.20 — 18.0 | 27 | 82 | 23 | 36 | 28 | 26 | 27 | 27 |
| 18.0 — 18.40 | 27 | 34 | 33 | 43 | 36 | 27 | 34 | 43 |
| 18.40 — 19.20 | 25 | 31 | 41 | 36 | 36 | 39 | 38 | 50 |
| 19.20 — 20.0 | 21 | 38 | 40 | 35 | 42 | 43 | 45 | 34 |
| 20.0 — 20.40 | 16 | 27 | 34 | 34 | 35 | 39 | 40 | 55 |
| 20.40 — 21.20 | 30 | 27 | 18 | 23 | 40 | 39 | 42 | 42 |
| 21.20 — 22.0 | 18 | 22 | 21 | 20 | 30 | 24 | 34 | 43 |
| 22.0 — 22.40 | 14 | 28 | 15 | 14 | 16 | 25 | 27 | 36 |
| 22.40 — 23.20 | 18 | 15 | 18 | 21 | 20 | 28 | 23 | 26 |
| 23.20 — 24.0 | 16 | 14 | 15 | 25 | 19 | 13 | 24 | 14 |
| Summe | 714 | 713 | 721 | 791 | 818 | 818 | 865 | 957 |

**Grösse 7.6—8.0.**

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | 33 | 35 | 38 | 16 | 13 | 4 | 6 | 4 | 0 |
| 24 | 47 | 23 | 27 | 21 | 12 | 6 | 4 | 1 | 1 |
| 27 | 18 | 21 | 27 | 24 | 10 | 6 | 5 | 1 | 2 |
| 34 | 30 | 14 | 33 | 21 | 14 | 10 | 8 | 3 | 0 |
| 22 | 31 | 22 | 28 | 12 | 17 | 13 | 2 | 1 | 0 |
| 30 | 19 | 18 | 14 | 12 | 10 | 6 | 4 | 5 | 0 |
| 32 | 16 | 24 | 12 | 16 | 12 | 13 | 6 | 3 | 1 |
| 45 | 23 | 22 | 15 | 6 | 13 | 7 | 9 | 0 | 0 |
| 21 | 22 | 14 | 17 | 15 | 6 | 7 | 4 | 4 | 2 |
| 36 | 23 | 23 | 31 | 10 | 9 | 7 | 10 | 0 | 0 |
| 27 | 30 | 20 | 18 | 11 | 12 | 8 | 6 | 5 | 0 |
| 20 | 24 | 14 | 12 | 10 | 9 | 6 | 9 | 1 | 0 |
| 15 | 21 | 13 | 16 | 12 | 9 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 21 | 13 | 14 | 18 | 7 | 5 | 1 | 3 | 1 |
| 15 | 16 | 11 | 9 | 7 | 11 | 10 | 3 | 2 | 2 |
| 16 | 17 | 10 | 9 | 5 | 12 | 4 | 6 | 2 | 0 |
| 15 | 11 | 12 | 12 | 11 | 8 | 6 | 8 | 3 | 0 |
| 18 | 21 | 13 | 12 | 12 | 10 | 8 | 3 | 5 | 1 |
| 20 | 12 | 11 | 11 | 5 | 6 | 5 | 1 | 2 | 0 |
| 17 | 18 | 8 | 13 | 14 | 8 | 8 | 5 | 1 | 1 |
| 21 | 16 | 11 | 9 | 10 | 12 | 8 | 7 | 1 | 0 |
| 12 | 15 | 16 | 18 | 8 | 9 | 6 | 5 | 1 | 0 |
| 15 | 10 | 8 | 11 | 7 | 11 | 10 | 6 | 1 | 2 |
| 17 | 16 | 13 | 10 | 12 | 9 | 5 | 7 | 3 | 1 |
| 15 | 16 | 15 | 12 | 17 | 5 | 10 | 2 | 4 | 0 |
| 19 | 24 | 16 | 15 | 16 | 14 | 10 | 6 | 1 | 0 |
| 27 | 28 | 15 | 15 | 11 | 13 | 9 | 5 | 1 | 0 |
| 24 | 31 | 26 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 | 3 | 1 |
| 31 | 27 | 23 | 27 | 22 | 9 | 11 | 3 | 4 | 0 |
| 36 | 27 | 27 | 19 | 17 | 14 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| 43 | 37 | 33 | 30 | 18 | 6 | 12 | 5 | 2 | 2 |
| 32 | 50 | 31 | 32 | 30 | 15 | 8 | 6 | 2 | 2 |
| 46 | 40 | 32 | 30 | 36 | 14 | 3 | 4 | 4 | 1 |
| 28 | 42 | 37 | 27 | 17 | 19 | 15 | 6 | 3 | 0 |
| 39 | 45 | 30 | 27 | 21 | 17 | 13 | 12 | 9 | 1 |
| 35 | 39 | 28 | 22 | 26 | 33 | 16 | 4 | 3 | 4 |
| 920 | 916 | 702 | 681 | 533 | 414 | 293 | 191 | 93 | 28 |

**5. Klasse:**

| h m — h m | 0-4° | 5-9° | 10-14° | 15-19° | 20-24° | 25-29° | 30-34° | 35-39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 — 0.40 | 43 | 22 | 33 | 28 | 54 | 52 | 42 | 58 |
| 0.40 — 1.20 | 40 | 44 | 38 | 32 | 35 | 46 | 55 | 39 |
| 1.20 — 2.0 | 42 | 34 | 33 | 34 | 31 | 53 | 45 | 68 |
| 2.0 — 2.40 | 46 | 43 | 35 | 26 | 40 | 39 | 50 | 53 |
| 2.40 — 3.20 | 50 | 56 | 29 | 33 | 33 | 31 | 66 | 67 |
| 3.20 — 4.0 | 48 | 34 | 35 | 46 | 60 | 57 | 39 | 52 |
| 4.0 — 4.40 | 54 | 35 | 32 | 29 | 20 | 21 | 47 | 47 |
| 4.40 — 5.20 | 59 | 61 | 55 | 26 | 40 | 33 | 58 | 76 |
| 5.20 — 6.0 | 49 | 86 | 82 | 65 | 79 | 74 | 52 | 80 |
| 6.0 — 6.40 | 71 | 95 | 77 | 67 | 66 | 65 | 71 | 60 |
| 6.40 — 7.20 | 84 | 99 | 66 | 67 | 60 | 56 | 58 | 46 |
| 7.20 — 8.0 | 69 | 93 | 62 | 39 | 53 | 47 | 58 | 36 |
| 8.0 — 8.40 | 78 | 58 | 33 | 46 | 50 | 52 | 55 | 50 |
| 8.40 — 9.20 | 61 | 43 | 42 | 45 | 33 | 42 | 38 | 41 |
| 9.20 — 10.0 | 47 | 31 | 34 | 37 | 24 | 31 | 36 | 32 |
| 10.0 — 10.40 | 38 | 37 | 33 | 40 | 26 | 39 | 51 | 35 |
| 10.40 — 11.20 | 38 | 46 | 29 | 34 | 27 | 27 | 21 | 32 |
| 11.20 — 12.0 | 35 | 34 | 48 | 25 | 30 | 27 | 19 | 28 |
| 12.0 — 12.40 | 35 | 41 | 39 | 26 | 24 | 45 | 31 | 31 |
| 12.40 — 13.20 | 36 | 27 | 36 | 28 | 32 | 26 | 23 | 37 |
| 13.20 — 14.0 | 28 | 25 | 36 | 28 | 33 | 33 | 30 | 32 |
| 14.0 — 14.40 | 33 | 25 | 20 | 37 | 38 | 34 | 26 | 28 |
| 14.40 — 15.20 | 30 | 22 | 44 | 36 | 32 | 31 | 29 | 27 |
| 15.20 — 16.0 | 24 | 35 | 33 | 32 | 48 | 50 | 31 | 23 |
| 16.0 — 16.40 | 28 | 39 | 50 | 50 | 51 | 35 | 34 | 39 |
| 16.40 — 17.20 | 37 | 42 | 50 | 42 | 43 | 48 | 46 | 43 |
| 17.20 — 18.0 | 55 | 49 | 52 | 53 | 70 | 56 | 44 | 54 |
| 18.0 — 18.40 | 64 | 66 | 57 | 74 | 60 | 63 | 64 | 77 |
| 18.40 — 19.20 | 54 | 61 | 72 | 82 | 78 | 75 | 73 | 90 |
| 19.20 — 20.0 | 56 | 81 | 77 | 97 | 87 | 104 | 114 | 95 |
| 20.0 — 20.40 | 59 | 62 | 87 | 74 | 79 | 95 | 101 | 127 |
| 20.40 — 21.20 | 49 | 47 | 68 | 48 | 50 | 68 | 82 | 82 |
| 21.20 — 22.0 | 32 | 58 | 49 | 39 | 69 | 68 | 70 | 67 |
| 22.0 — 22.40 | 39 | 45 | 40 | 39 | 43 | 61 | 68 | 52 |
| 22.40 — 23.20 | 39 | 42 | 28 | 60 | 50 | 51 | 58 | 40 |
| 23.20 — 24.0 | 38 | 45 | 40 | 25 | 49 | 40 | 50 | 44 |
| Summe | 1688 | 1763 | 1674 | 1589 | 1697 | 1775 | 1835 | 1888 |

## Grösse 8.1—8.5

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 53 | 67 | 62 | 54 | 32 | 32 | 12 | 5 | 4 | 1 |
| 49 | 59 | 47 | 54 | 43 | 26 | 13 | 14 | 5 | 0 |
| 57 | 62 | 51 | 63 | 49 | 20 | 15 | 9 | 2 | 1 |
| 63 | 59 | 62 | 82 | 40 | 20 | 22 | 11 | 5 | 1 |
| 52 | 62 | 32 | 40 | 38 | 10 | 20 | 13 | 4 | 0 |
| 49 | 52 | 31 | 36 | 38 | 16 | 12 | 14 | 5 | 2 |
| 46 | 89 | 40 | 33 | 15 | 22 | 19 | 8 | 7 | 2 |
| 64 | 37 | 38 | 12 | 21 | 22 | 16 | 18 | 2 | 1 |
| 75 | 38 | 51 | 23 | 16 | 19 | 11 | 14 | 3 | 0 |
| 55 | 28 | 39 | 33 | 17 | 17 | 12 | 10 | 6 | 3 |
| 49 | 31 | 37 | 36 | 23 | 19 | 8 | 8 | 2 | 3 |
| 36 | 37 | 31 | 26 | 14 | 14 | 8 | 10 | 3 | 0 |
| 33 | 42 | 33 | 20 | 20 | 25 | 15 | 6 | 7 | 3 |
| 43 | 27 | 31 | 11 | 19 | 13 | 14 | 8 | 8 | 4 |
| 37 | 29 | 24 | 14 | 16 | 20 | 6 | 9 | 6 | 3 |
| 31 | 27 | 18 | 17 | 15 | 13 | 11 | 7 | 5 | 4 |
| 34 | 23 | 18 | 15 | 18 | 15 | 12 | 8 | 10 | 1 |
| 33 | 20 | 22 | 22 | 10 | 14 | 4 | 3 | 6 | 2 |
| 32 | 17 | 18 | 26 | 15 | 16 | 10 | 8 | 8 | 5 |
| 39 | 19 | 26 | 26 | 18 | 9 | 12 | 8 | 8 | 3 |
| 29 | 27 | 24 | 20 | 20 | 11 | 6 | 7 | 4 | 4 |
| 30 | 24 | 29 | 23 | 25 | 10 | 8 | 5 | 7 | 3 |
| 34 | 39 | 28 | 14 | 22 | 15 | 10 | 6 | 7 | 2 |
| 40 | 35 | 32 | 18 | 13 | 12 | 17 | 13 | 8 | 0 |
| 37 | 35 | 21 | 29 | 20 | 16 | 13 | 8 | 10 | 0 |
| 34 | 47 | 28 | 17 | 17 | 22 | 16 | 15 | 7 | 0 |
| 59 | 63 | 28 | 44 | 23 | 22 | 20 | 10 | 7 | 2 |
| 64 | 41 | 52 | 15 | 22 | 18 | 12 | 15 | 11 | 2 |
| 63 | 67 | 48 | 38 | 30 | 18 | 14 | 4 | 6 | 1 |
| 89 | 51 | 64 | 52 | 55 | 27 | 15 | 13 | 6 | 1 |
| 92 | 73 | 65 | 58 | 41 | 18 | 24 | 11 | 9 | 1 |
| 89 | 73 | 49 | 36 | 32 | 19 | 17 | 10 | 4 | 1 |
| 90 | 82 | 66 | 43 | 49 | 36 | 10 | 6 | 6 | 5 |
| 63 | 82 | 89 | 60 | 38 | 28 | 16 | 8 | 4 | 2 |
| 63 | 94 | 52 | 59 | 44 | 33 | 10 | 15 | 8 | 1 |
| 61 | 84 | 69 | 52 | 42 | 32 | 11 | 12 | 12 | 1 |
| 1857 | 1695 | 1455 | 1221 | 960 | 699 | 471 | 344 | 222 | 65 |

## 6. Klasse:

| h m — h m | 0-4° | 5-9° | 10-14° | 15-19° | 20-24° | 25-29° | 30-34° | 35-39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 — 0.40 | 108 | 94 | 65 | 95 | 105 | 118 | 89 | 109 |
| 0.40— 1.20 | 131 | 94 | 90 | 94 | 108 | 97 | 115 | 108 |
| 1.20— 2.0 | 122 | 112 | 99 | 89 | 90 | 86 | 95 | 142 |
| 2.0 — 2.40 | 111 | 96 | 86 | 67 | 81 | 91 | 81 | 144 |
| 2.40— 3.20 | 124 | 90 | 91 | 75 | 86 | 58 | 95 | 118 |
| 3.20— 4.0 | 121 | 95 | 87 | 66 | 114 | 77 | 119 | 115 |
| 4.0 — 4.40 | 138 | 95 | 63 | 76 | 87 | 45 | 87 | 75 |
| 4.40— 5.20 | 176 | 178 | 108 | 94 | 111 | 99 | 137 | 188 |
| 5.20— 6.0 | 160 | 173 | 172 | 173 | 192 | 168 | 161 | 155 |
| 6.0 — 6.40 | 218 | 220 | 230 | 196 | 204 | 174 | 154 | 160 |
| 6.40— 7.20 | 278 | 252 | 196 | 190 | 167 | 148 | 126 | 119 |
| 7.20— 8.0 | 245 | 210 | 169 | 137 | 126 | 120 | 104 | 83 |
| 8.0 — 8.40 | 217 | 164 | 123 | 107 | 100 | 84 | 101 | 79 |
| 8.40— 9.20 | 156 | 129 | 94 | 82 | 82 | 84 | 85 | 104 |
| 9.20—10.0 | 95 | 97 | 85 | 75 | 80 | 90 | 73 | 63 |
| 10.0 —10.40 | 84 | 97 | 65 | 67 | 66 | 69 | 71 | 69 |
| 10.40—11.20 | 87 | 80 | 79 | 58 | 67 | 67 | 59 | 63 |
| 11.20- 12.0 | 82 | 79 | 94 | 61 | 74 | 51 | 53 | 41 |
| 12.0 —12.40 | 91 | 80 | 93 | 61 | 62 | 64 | 57 | 60 |
| 12.40—13.20 | 72 | 84 | 72 | 65 | 65 | 75 | 51 | 75 |
| 13.20—14.0 | 84 | 91 | 68 | 61 | 76 | 53 | 60 | 83 |
| 14.0 —14.40 | 97 | 81 | 72 | 88 | 75 | 77 | 77 | 73 |
| 14.40—15.20 | 83 | 75 | 75 | 65 | 69 | 55 | 75 | 59 |
| 15.20—16.0 | 69 | 102 | 82 | 96 | 83 | 84 | 71 | 80 |
| 16.0 —16.40 | 97 | 122 | 107 | 93 | 77 | 66 | 76 | 80 |
| 16.40 –17.20 | 110 | 99 | 97 | 97 | 105 | 107 | 106 | 91 |
| 17.20—18.0 | 148 | 168 | 137 | 136 | 149 | 140 | 98 | 163 |
| 18.0 —18.40 | 136 | 212 | 155 | 171 | 157 | 131 | 134 | 168 |
| 18.40—19.20 | 151 | 165 | 161 | 184 | 140 | 198 | 220 | 189 |
| 19.20 - 20.0 | 157 | 208 | 212 | 202 | 206 | 223 | 234 | 253 |
| 20.0 —20.40 | 161 | 203 | 177 | 160 | 228 | 215 | 217 | 290 |
| 20.40—21.20 | 130 | 147 | 167 | 161 | 142 | 144 | 187 | 203 |
| 21.20—22.0 | 122 | 146 | 107 | 121 | 125 | 160 | 146 | 142 |
| 22.0 —22.40 | 113 | 106 | 98 | 113 | 98 | 156 | 138 | 152 |
| 22.40—23.20 | 100 | 99 | 81 | 105 | 103 | 113 | 105 | 110 |
| 23.20—24.0 | 102 | 93 | 86 | 81 | 97 | 104 | 138 | 96 |
| Summe | 4676 | 4636 | 4043 | 3862 | 3997 | 3891 | 3995 | 4302 |

## Grösse 8.6—9.0

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | 152 | 130 | 122 | 88 | 56 | 25 | 18 | 16 | 8 |
| 111 | 151 | 119 | 118 | 81 | 57 | 29 | 15 | 18 | 5 |
| 127 | 128 | 136 | 143 | 94 | 45 | 38 | 21 | 16 | 7 |
| 123 | 122 | 100 | 133 | 66 | 51 | 29 | 20 | 16 | 10 |
| 109 | 108 | 82 | 82 | 74 | 43 | 21 | 32 | 14 | 3 |
| 120 | 98 | 84 | 66 | 68 | 31 | 32 | 40 | 11 | 3 |
| 124 | 72 | 91 | 88 | 42 | 40 | 45 | 13 | 14 | 3 |
| 179 | 103 | 83 | 45 | 49 | 40 | 25 | 27 | 16 | 4 |
| 144 | 94 | 86 | 68 | 47 | 25 | 25 | 21 | 17 | 4 |
| 124 | 70 | 85 | 76 | 60 | 25 | 22 | 15 | 13 | 9 |
| 98 | 80 | 87 | 71 | 57 | 23 | 36 | 22 | 7 | 2 |
| 89 | 59 | 62 | 46 | 41 | 36 | 32 | 28 | 8 | 4 |
| 84 | 81 | 46 | 36 | 37 | 28 | 23 | 14 | 8 | 4 |
| 81 | 65 | 51 | 42 | 39 | 34 | 17 | 20 | 15 | 3 |
| 80 | 73 | 48 | 40 | 44 | 27 | 20 | 23 | 14 | 5 |
| 52 | 59 | 33 | 40 | 42 | 27 | 15 | 14 | 17 | 4 |
| 47 | 51 | 45 | 46 | 41 | 27 | 24 | 15 | 12 | 6 |
| 69 | 55 | 43 | 36 | 32 | 33 | 24 | 19 | 21 | 6 |
| 67 | 57 | 40 | 44 | 25 | 26 | 16 | 24 | 8 | 3 |
| 52 | 54 | 49 | 51 | 27 | 27 | 23 | 23 | 14 | 10 |
| 62 | 44 | 48 | 37 | 42 | 44 | 18 | 7 | 13 | 11 |
| 78 | 56 | 53 | 44 | 32 | 24 | 17 | 12 | 15 | 5 |
| 66 | 62 | 56 | 34 | 36 | 43 | 29 | 17 | 14 | 5 |
| 60 | 86 | 48 | 39 | 36 | 42 | 41 | 16 | 10 | 5 |
| 68 | 85 | 52 | 53 | 38 | 47 | 32 | 28 | 13 | 4 |
| 91 | 99 | 61 | 49 | 36 | 35 | 23 | 19 | 13 | 2 |
| 114 | 102 | 77 | 47 | 42 | 44 | 26 | 22 | 15 | 2 |
| 158 | 100 | 94 | 75 | 55 | 45 | 33 | 26 | 17 | 4 |
| 171 | 136 | 120 | 94 | 91 | 55 | 31 | 12 | 11 | 5 |
| 192 | 159 | 140 | 128 | 86 | 46 | 37 | 20 | 10 | 8 |
| 218 | 170 | 150 | 91 | 67 | 38 | 21 | 25 | 11 | 6 |
| 185 | 193 | 112 | 97 | 81 | 50 | 17 | 20 | 9 | 4 |
| 190 | 203 | 136 | 130 | 81 | 77 | 22 | 14 | 11 | 3 |
| 168 | 178 | 170 | 106 | 63 | 55 | 38 | 23 | 9 | 5 |
| 129 | 170 | 139 | 114 | 87 | 54 | 32 | 25 | 14 | 1 |
| 114 | 198 | 167 | 104 | 98 | 55 | 37 | 25 | 15 | 6 |
| 4075 | 3773 | 2323 | 2635 | 2025 | 1455 | 975 | 735 | 475 | 179 |

## 7. Klasse:

| h m — h m | 0-4° | 5-9° | 10-14° | 15-19° | 20-24° | 25-29° | 30-34° | 35-39° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 — 0.40 | 399 | 360 | 360 | 356 | 344 | 422 | 409 | 473 |
| 0.40— 1.20 | 364 | 340 | 337 | 318 | 315 | 386 | 389 | 519 |
| 1.20— 2.0 | 348 | 336 | 388 | 302 | 300 | 376 | 428 | 505 |
| 2.0 — 2.40 | 320 | 313 | 372 | 365 | 311 | 345 | 423 | 497 |
| 2.40— 3.20 | 330 | 284 | 284 | 413 | 325 | 296 | 413 | 463 |
| 3.20— 4.0 | 303 | 327 | 300 | 414 | 438 | 399 | 364 | 382 |
| 4.0 — 4.40 | 399 | 450 | 301 | 373 | 376 | 229 | 326 | 345 |
| 4.40— 5.20 | 748 | 648 | 590 | 516 | 588 | 353 | 570 | 823 |
| 5.20— 6.0 | 741 | 793 | 832 | 906 | 1106 | 908 | 753 | 752 |
| 6.0 — 6.40 | 1090 | 1091 | 986 | 952 | 1084 | 947 | 690 | 599 |
| 6.40— 7.20 | 1076 | 964 | 981 | 837 | 859 | 674 | 540 | 523 |
| 7.20— 8.0 | 673 | 667 | 616 | 727 | 653 | 594 | 446 | 400 |
| 8.0 — 8.40 | 500 | 512 | 518 | 660 | 520 | 426 | 420 | 321 |
| 8.40— 9.20 | 437 | 386 | 443 | 540 | 360 | 318 | 336 | 266 |
| 9.20—10.0 | 316 | 356 | 409 | 366 | 350 | 306 | 324 | 232 |
| 10.0 —10.40 | 263 | 358 | 368 | 289 | 303 | 297 | 288 | 240 |
| 10.40 —11.20 | 268 | 321 | 298 | 310 | 296 | 270 | 273 | 192 |
| 11.20—12.0 | 325 | 273 | 257 | 261 | 223 | 287 | 236 | 186 |
| 12.0 —12.40 | 276 | 259 | 240 | 323 | 220 | 236 | 244 | 211 |
| 12.40—13.20 | 268 | 252 | 249 | 260 | 248 | 245 | 272 | 231 |
| 13.20—14.0 | 269 | 344 | 245 | 306 | 271 | 255 | 274 | 214 |
| 14.0 —14.40 | 289 | 338 | 327 | 308 | 288 | 266 | 260 | 255 |
| 14.40—15.20 | 364 | 396 | 332 | 326 | 295 | 266 | 276 | 231 |
| 15.20—16.0 | 339 | 436 | 398 | 300 | 304 | 328 | 309 | 256 |
| 16.0 —16.40 | 515 | 482 | 446 | 377 | 334 | 371 | 372 | 300 |
| 16.40—17.20 | 520 | 463 | 512 | 543 | 472 | 443 | 411 | 299 |
| 17.20—18.0 | 597 | 664 | 584 | 683 | 517 | 554 | 492 | 491 |
| 18.0 —18.40 | 769 | 1151 | 931 | 908 | 817 | 597 | 615 | 734 |
| 18.40—19.20 | 800 | 836 | 972 | 892 | 781 | 848 | 838 | 938 |
| 19.20—20.0 | 832 | 1040 | 1024 | 960 | 907 | 898 | 1104 | 1111 |
| 20.0 —20.40 | 590 | 694 | 820 | 749 | 943 | 867 | 948 | 1023 |
| 20.40—21.20 | 409 | 569 | 632 | 619 | 681 | 720 | 887 | 1009 |
| 21.20 —22.0 | 348 | 453 | 503 | 466 | 477 | 613 | 607 | 671 |
| 22.0 —22.40 | 282 | 420 | 491 | 479 | 514 | 505 | 568 | 619 |
| 22.40—23.20 | 267 | 369 | 454 | 335 | 398 | 489 | 470 | 535 |
| 23.20—24.0 | 274 | 319 | 312 | 423 | 337 | 450 | 429 | 399 |
| Summe | 16908 | 18264 | 18112 | 18162 | 17555 | 16784 | 17004 | 17245 |

## Grösse 9.1—9.5.

| 40-44° | 45-49° | 50-54° | 55-59° | 60-64° | 65-69° | 70-74° | 75-79° | 80-84° | 85-89° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 550 | 718 | 501 | 422 | 446 | 206 | 143 | 96 | 64 | 31 |
| 469 | 646 | 564 | 517 | 360 | 194 | 144 | 77 | 67 | 26 |
| 427 | 614 | 624 | 588 | 466 | 176 | 143 | 73 | 69 | 23 |
| 537 | 487 | 467 | 583 | 316 | 156 | 112 | 72 | 67 | 21 |
| 516 | 453 | 311 | 286 | 279 | 135 | 96 | 76 | 80 | 15 |
| 486 | 387 | 332 | 246 | 233 | 134 | 99 | 74 | 80 | 19 |
| 584 | 379 | 355 | 225 | 178 | 127 | 110 | 88 | 72 | 22 |
| 776 | 386 | 295 | 177 | 158 | 117 | 99 | 69 | 69 | 16 |
| 627 | 290 | 256 | 177 | 171 | 114 | 103 | 77 | 76 | 22 |
| 533 | 322 | 254 | 185 | 142 | 103 | 94 | 69 | 75 | 25 |
| 377 | 269 | 235 | 201 | 151 | 98 | 93 | 93 | 63 | 26 |
| 339 | 278 | 211 | 159 | 157 | 97 | 99 | 73 | 71 | 31 |
| 309 | 227 | 189 | 163 | 138 | 105 | 108 | 73 | 78 | 24 |
| 265 | 241 | 176 | 137 | 119 | 118 | 81 | 76 | 77 | 28 |
| 241 | 232 | 180 | 126 | 113 | 96 | 82 | 69 | 78 | 16 |
| 199 | 210 | 160 | 131 | 123 | 104 | 70 | 66 | 81 | 21 |
| 215 | 187 | 148 | 124 | 111 | 75 | 73 | 71 | 58 | 27 |
| 210 | 171 | 172 | 117 | 112 | 84 | 72 | 78 | 48 | 19 |
| 178 | 175 | 169 | 121 | 119 | 84 | 79 | 67 | 61 | 20 |
| 205 | 170 | 166 | 127 | 120 | 81 | 87 | 69 | 70 | 15 |
| 171 | 178 | 162 | 161 | 124 | 89 | 81 | 55 | 73 | 22 |
| 198 | 177 | 159 | 132 | 128 | 109 | 83 | 71 | 69 | 27 |
| 207 | 178 | 135 | 154 | 141 | 98 | 82 | 76 | 71 | 20 |
| 223 | 215 | 181 | 164 | 151 | 97 | 86 | 68 | 67 | 28 |
| 244 | 221 | 191 | 190 | 145 | 99 | 113 | 76 | 75 | 18 |
| 270 | 244 | 186 | 209 | 159 | 133 | 103 | 76 | 77 | 27 |
| 464 | 324 | 286 | 236 | 167 | 151 | 113 | 91 | 83 | 21 |
| 571 | 378 | 397 | 189 | 139 | 139 | 132 | 72 | 64 | 34 |
| 624 | 422 | 429 | 282 | 205 | 183 | 104 | 101 | 83 | 29 |
| 910 | 523 | 556 | 419 | 281 | 205 | 121 | 99 | 82 | 22 |
| 872 | 624 | 545 | 418 | 201 | 165 | 95 | 111 | 87 | 28 |
| 800 | 722 | 434 | 272 | 227 | 225 | 105 | 92 | 81 | 23 |
| 727 | 903 | 601 | 345 | 267 | 246 | 111 | 84 | 86 | 25 |
| 667 | 812 | 715 | 406 | 300 | 232 | 144 | 102 | 81 | 22 |
| 597 | 704 | 591 | 488 | 340 | 200 | 149 | 99 | 88 | 28 |
| 541 | 685 | 505 | 408 | 426 | 232 | 119 | 97 | 96 | 23 |
| 16129 | 14152 | 11838 | 9285 | 7413 | 5007 | 3728 | 2876 | 2667 | 844 |

Auch scheinen die im VI. Bande der Bonner Beobachtungen angegebenen Correcturen nicht benützt worden zu sein. So sind die Abzählungen für den Declinationsgrad + 50° bei Littrow vollständig verfehlt, wie folgende Zahlen nachweisen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Klasse | 43, | bei Littrow: | 50 | Sterne |
| 2. „ | 50 | „ „ | 57 | „ |
| 3. „ | 95 | „ „ | 107 | „ |
| 4. „ | 145 | „ „ | 184 | „ |
| 5. „ | 304 | „ „ | 321 | „ |
| 6. „ | 699 | „ „ | 715 | „ |
| 7. „ | 2901 | „ „ | 2803 | „ |
| Summa | 4237, | bei Littrow: | 4237 | Sterne. |

Das Material, welches die mitgetheilten Tabellen enthalten, möchte ich gegenwärtig nur zur Besprechung zweier Punkte verwerthen:

Zunächst soll es sich um die Frage handeln, ob sich der Verlauf der Milchstrasse in den Zahlen der obigen Tabellen ausspricht. Schon ein einziger Blick auf diese bejaht aber die Frage. Eine genauere Betrachtung bestätigt dieses Resultat nicht nur, sondern zeigt den Einfluss der Milchstrasse in grösserer Deutlichkeit, als ich ursprünglich vermuthet hatte. Um bei dieser Untersuchung unabhängig zu sein von localen Sternanhäufungen oder einzelnen sternarmen Partien, habe ich ein ähnliches Verfahren eingeschlagen, wie es Houzeau a. a. O. angewendet hat. Ich habe nämlich den nördlichen Himmel in 8 Zonen getheilt. Die erste Zone lag um den Nordpol der Milchstrasse und war begrenzt von dem um 20 Grad von diesem Pole abstehenden Parallelkreis. Die zweite Zone lag zwischen 20 und 40 Grad gallactischer Poldistanz u. s. f. Die 8. Zone enthält die Sterne, welche um mehr als 140 Grad vom Pole der Milchstrasse abstehen. Es ist also die 5. Zone diejenige, welche die Milchstrasse

enthält. Die Rectascension A und Declination D des Poles der als grösster Kreis anzusehenden Milchstrasse habe ich nach Houzeau zu

$$A = 12^h 49^m; \quad D = + 27^0 30'$$

angenommen. Ein graphisches Hülfsmittel erleichterte nun die Auffindung der Anzahl der in jeder Zone enthaltenen Sterne. Die einzelnen Parallelkreise wurden nämlich in die Blätter eingezeichnet, welche die Abzählungen in Intervallen von 20 zu 20 Zeitminuten in Rectascension und 5 zu 5 Grad Declination enthielten. Indessen wurden diese Parallelkreise, um nicht die einzelnen Trapeze auseinanderreissen zu müssen, als gebrochene Linien angenommen. Sie verlaufen also innerhalb 20 Minuten Rectascension immer constant längs der Declination $0^0$, $5^0$ etc. und umgekehrt bei constanter Declination längs der Rectascensionen $0^h 0^m$, $0^h 20^m$ etc. Es kommt selbstredend bei der Ermittelung dieser Curven nicht auf grosse Genauigkeit an. Ich habe den Verlauf dieser Curven in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Diese ist so zu verstehen: Zone 1 wird von den beiden unter I stehenden Curven begrenzt. Zone 2 umfasst das Areal zwischen den genannten und den zwei gebrochenen Linien, deren Verlauf unter II dargestellt ist u. s. f. Die Declinationsintervalle $0^0 - 4^0$, $5^0 - 9^0$ etc. bilden unter der Bezeichnung 1,2 etc. bis 18 den Kopf der Tabelle. Die allererste Curve verläuft demnach so:

A R $12^h$ $0^m$ von 5—10 Grad Declination
„ „ 11 40 „ 10—15 „ „ etc. etc.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | | h m<br>12.0<br>13.20 | h m<br>11.40<br>14.0 | h m<br>11.20<br>14.20 | h m<br>11.20<br>14.40 | h m<br>11.20<br>14.40 | h m<br>11.40<br>14.20 | h m<br>12.0<br>13.40 | | | | | | | | | | |
| II | 10.40<br>15.0 | 10.40<br>15.0 | 10.20<br>15.20 | 10.0<br>15.40 | 10.0<br>15.40 | 10.0<br>15.40 | 9.40<br>16.0 | 9.40<br>16.0 | 9.40<br>16.0 | 10.0<br>15.40 | 10.0<br>15.40 | 10.40<br>15.0 | 11.20<br>14.20 | 12.40<br>13.0 | | | | |
| III | 9.0<br>16.40 | 9.0<br>16.40 | 8.40<br>17.0 | 8.40<br>17.0 | 8.20<br>17.20 | 8.20<br>17.20 | 8.20<br>17.20 | 8.0<br>17.40 | 8.0<br>17.40 | 8.0<br>17.40 | 7.40<br>18.0 | 7.40<br>18.0 | 7.40<br>18.0 | 7.40<br>18.0 | 7.40<br>18.0 | 7.40<br>18.0 | 8.0<br>17.40 | 9.0<br>16.40 |
| IV | 7.20<br>18.0 | 7.20<br>18.20 | 7.20<br>18.20 | 7.0<br>18.40 | 7.0<br>18.40 | 6.40<br>19.0 | 6.40<br>19.0 | 6.20<br>19.20 | 6.0<br>19.40 | 6.0<br>19.40 | 5.40<br>20.0 | 5.20<br>20.20 | 4.40<br>20.40 | 4.0<br>21.40 | 3.0<br>22.40 | | | |
| V | 6.0<br>19.40 | 6.0<br>19.40 | 5.40<br>20.0 | 5.20<br>20.0 | 5.20<br>20.20 | 5.0<br>20.40 | 4.40<br>21.0 | 4.20<br>21.20 | 4.0<br>21.40 | 3.20<br>22.20 | 2.20<br>23.20 | | | | | | | |
| VI | 4.40<br>21.0 | 4.20<br>21.20 | 4.0<br>21.40 | 3.40<br>22.0 | 3.20<br>22.20 | 3.0<br>22.40 | 2.0<br>23.40 | | | | | | | | | | | |
| VII | 3.0<br>22.40 | 2.20<br>23.20 | 1.40 | | | | | | | | | | | | | | | |

Als Einheit, in welcher die Flächenstücke anzugeben sind, habe ich den Quadratgrad genommen; also eine viereckige Fläche, deren Mitte im Aequator liegt und welche in Rectascension 4 Zeitminuten umfasst und von + 30′ bis — 30′ Declination reicht. Die Halbkugel enthält dann 20626.6 Quadratgrade und für die Flächen der einzelnen Zonen ergiebt eine sehr einfache Rechnung:

| | | |
|---|---|---|
| Zone 1 . . | 1398.7 | Quadratgrade |
| „ 2 . . | 2749.8 | „ |
| „ 3 . . | 3654.1 | „ |
| „ 4 . . | 3548.1 | „ |
| „ 5 . . | 3539.3 | „ |
| „ 6 . . | 2990.9 | „ |
| „ 7 . . | 2076.1 | „ |
| „ 8 . . | 669.6 | „ |
| Summa | 20626.6 | Quadratgrade. |

Die directe Abzählung ergab ferner für die Klasse

| | 1[1]) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Summe 2—7 Kl. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zone 1 | 208.5 | 177 | 308 | 475 | 992 | 2116 | 7831 | 11899 |
| 2 | 425.5 | 359 | 580 | 980 | 2050 | 4403 | 16235 | 24607 |
| 3 | 632.0 | 581 | 929 | 1565 | 3163 | 7004 | 27035 | 40277 |
| 4 | 759.0 | 718 | 1152 | 2180 | 4316 | 10230 | 40893 | 59489 |
| 5 | 958.0 | 1039 | 1503 | 2977 | 5983 | 14017 | 61556 | 87075 |
| 6 | 738.0 | 691 | 1070 | 1942 | 4042 | 9348 | 39509 | 56602 |
| 7 | 321.5 | 260 | 412 | 839 | 1829 | 4336 | 16384 | 24060 |
| 8 | 77.5 | 62 | 100 | 210 | 523 | 1398 | 4530 | 6823 |
| Summe | 4120 | 3887 | 6054 | 11168 | 22898 | 52852 | 213973 | 310832 |

Hieraus findet sich die Anzahl A der Sterne im Areale eines Quadratgrades für jede Klasse und für die Summe:

1) Die Decimalen sind dadurch zu erklären, dass bei der ersten Klasse halbe Trapeze vorkommen und jeder Hälfte die gleiche Anzahl Sterne zugetheilt wurde.

| für | Klasse 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Summe 2—7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zone 1 | 0.1491 | 0.1266 | 0.2202 | 0.3396 | 0.7092 | 1.5128 | 5.5988 | 8.5070 |
| 2 | 0.1547 | 0.1306 | 0.2109 | 0.3564 | 0.7455 | 1.6012 | 5.9041 | 8.9488 |
| 3 | 0.1730 | 0.1590 | 0.2742 | 0.4283 | 0.8656 | 1.9168 | 7.3987 | 11.0225 |
| 4 | 0.2139 | 0.2024 | 0.3247 | 0.6144 | 1.2164 | 2.8833 | 11.5255 | 16.7665 |
| 5 | 0.2707 | 0.2936 | 0.4247 | 0.8411 | 1.6904 | 3.9603 | 17.3920 | 24.6023 |
| 6 | 0.2468 | 0.2310 | 0.3578 | 0.6493 | 1.3514 | 3.1255 | 13.2100 | 18.9248 |
| 7 | 0.1549 | 0.1252 | 0.1985 | 0.4041 | 0.8810 | 2.0888 | 7.8917 | 11.5892 |
| 8 | 0.1157 | 0.0926 | 0.1493 | 0.3131 | 0.7810 | 2.0878 | 6.7652 | 10.1898 |

Die hier zu Tage tretende Abhängigkeit der Sternfülle von der Milchstrasse wird noch auffälliger, wenn man die Sterndichtigkeit D so berechnet, dass dieselbe in der Milchstrasse, also in Zone 5 gleich Eins wird.

Es folgt so für die Grössen D

| | Klasse 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Summe 2—7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zone 1 | 0.5507 | 0.4311 | 0.5185 | 0.4037 | 0.4195 | 0.3820 | 0.3219 | 0.3458 |
| 2 | 0.5716 | 0.4447 | 0.4967 | 0.4237 | 0.4410 | 0.4043 | 0.3395 | 0.3637 |
| 3 | 0.6389 | 0.5416 | 0.5987 | 0.5092 | 0.5121 | 0.4840 | 0.4254 | 0.4480 |
| 4 | 0.7901 | 0.6893 | 0.7646 | 0.7305 | 0.7196 | 0.7280 | 0.6627 | 0.6815 |
| 5 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 6 | 0.9116 | 0.7870 | 0.8424 | 0.7720 | 0.7995 | 0.7892 | 0.7595 | 0.7692 |
| 7 | 0.5720 | 0.4266 | 0.4673 | 0.4805 | 0.5211 | 0.5274 | 0.4538 | 0.4711 |
| 8 | 0.4276 | 0.3154 | 0.3517 | 0.3729 | 0.4620 | 0.5272 | 0.3890 | 0.4142 |

Bildet man für jede Klasse die Werthe 1—D und dividirt ihre Summe durch 7, so wird die so erhaltene Grösse ein sehr gutes Mass sein für die Deutlichkeit, mit der die Zunahme der Sternfülle mit der Annäherung an die Milchstrasse auftritt. Es möchte nicht unzweckmässig sein, diese Grösse deshalb den G r a d i e n t e n für die betreffende Klasse zu nennen. Für ihn ergiebt sich:

| | | |
|---|---|---|
| 1. | Klasse | 0.3625 |
| 2. | „ | 0.4806 |
| 3. | „ | 0.4229 |
| 4. | „ | 0.4725 |
| 5. | „ | 0.4465 |
| 6. | „ | 0.4511 |
| 7. | „ | 0.5211 |

und für die Gesammtheit aller Sterne 2. bis 7. Klasse: 0.5009.

Im Allgemeinen sind die Verschiedenheiten der Gradienten der einzelnen Klassen 2—7 nur sehr gering; nur scheint nicht ganz unwahrscheinlich, dass derselbe für die schwächsten Sterne der D. M. grösser ist, als für die helleren telescopischen. Indessen ist diese Zunahme weit geringer, als man nach andern früheren Untersuchungen anzunehmen geneigt sein konnte. Die Zunahme der Sternfülle mit Annäherung an die Milchstrasse ist demnach für die genannten 6 Sternklassen sehr nahe dieselbe, während sie für die 1. Klasse merklich kleiner sich gestaltet. Es ist nicht uninteressant, dieses Resultat mit dem von Houzeau für die mit freiem Auge sichtbaren Sterne gefundenen zu vergleichen. Ich finde die Grössen D aus den a. a. O. p. 52 angeführten Zahlen für die Grössen

| | 1 + 2 + 3 | 4 + 5 + 6 |
|---|---|---|
| Zone 1 | 0.4497 | 0.7218 |
| „ 2 | 0.8436 | 0.7615 |
| „ 3 | 0.5303 | 0.7947 |
| „ 4 | 0.7475 | 0.8160 |
| „ 5 | 1.0000 | 1.0000 |
| „ 6 | 0.7998 | 0.9734 |
| „ 7 | 0.7360 | 0.8080 |
| „ 8 | 0.5303 | 0.7880 |

Und hieraus die beiden Gradienten

0.3375 resp. 0.1909.

Diese Zahlen sind wesentlich kleiner als die für die telescopischen Sterne gefundenen und stimmt das Resultat nahe mit dem obigen überein und es scheint demnach in diesem Punkte ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Sterngruppen zu bestehen. Wäre es aber gestattet, aus der Constanz des Gradienten für die Sterne von der Grösse 6.6—9.5 den Schluss abzuleiten, dass auch die noch schwächeren Sterne dasselbe Verhalten zeigen werden, so hätte man sich das Sternsystem, dem unsere Sonne angehört, nicht etwa als flache Scheibe zu denken, sondern als mehr oder weniger kugelförmig angeordnet, so aber, dass die Sterne in der Nähe einer Ebene, nämlich derjenigen der Milchstrasse, dichter ständen als in jeder anderen.

Ohne Zweifel sind wir bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse berechtigt anzunehmen, dass im Durchschnitt gleich helle Sterne auch gleiche Entfernungen von uns haben und dass zweitens alle Sterne durchschnittlich dieselbe Masse besitzen. Eigentlich wird schon die noch einwurfsfreiere Annahme ausreichen, dass ein Zusammenhang zwischen der Masse eines Sternes und seiner Position am Himmel nicht besteht. Unter diesen Voraussetzungen kann man die Lage des Schwerpunktes der Gesammtheit aller Sterne der D. M. bestimmen. An sich hat diese Frage wenig Interesse; sie wird aber von grosser Bedeutung, wenn man die Untersuchung erst auf den ganzen Himmel auszudehnen in der Lage sein wird und es scheint nicht unmöglich, dass man auf diesem Wege zu sehr interessanten Resultaten über die räumliche Vertheilung der Dichtigkeit in unserem Sternsystem gelangen kann. Jedenfalls ist man bei diesem Verfahren unabhängig von jenen willkührlichen Hypothesen, die bei ähnlichen Untersuchungen, welche die Eigenbewegung der Sterne als Grundlage der Betrachtung auffassen, öfters gemacht worden sind.

Ich habe also, um auch einer späteren auf den ganzen

Himmel sich erstreckenden Untersuchung in dieser Richtung vorzuarbeiten, die mitgetheilte Abzählung dazu benutzt die Coordinaten des Schwerpunktes einer jeden der 6 Sternklassen 2—7 aufzusuchen. Die 1. Klasse habe ich aus naheliegenden Gründen vorläufig fortgelassen.

Bezeichnet $R_s$, $A_s$ und $D_s$, Entfernung, Rectascension und Declination des Schwerpunktes aller Sterne der Klasse s, $M_s$ ihre Gesammtzahl und $r_s$, $\alpha_s$, $\delta_s$ dieselben Coordinaten für irgend einen Stern derselben Klasse, so ist:

$$M_s \frac{R_s}{r_s} \cos A_s \cdot \cos D_s = \quad I = \Sigma \cos \alpha_s \cos \delta_s$$

$$M_s \frac{R_s}{r_s} \sin A_s \cdot \cos D_s = \quad II = \Sigma \sin \alpha_s \cos \delta_s$$

$$M_s \frac{R_s}{r_s} \sin D_s \qquad = III = \Sigma \sin \delta_s$$

Die Summen $\Sigma$ wurden nun direct aus den mitgetheilten Tafeln berechnet und dabei, was völlig hinreichend ist, angenommen, dass sämmtliche in einem Trapeze stehenden Sterne als in der Mitte dieses Trapezes vereinigt gedacht werden dürfen.

Es wurde also der Reihe nach

$$\delta_s = 2^\circ\,30', \quad 7^\circ\,30' \text{ etc.}$$
$$\alpha_s = 0^h\,20^m, \quad 1^h\,0^m \text{ etc.}$$

gesetzt.

Auf diese Weise wurden die folgenden Werthe für I, II und III gefunden, die übrigens durch Bildung der Summengleichungen strenge geprüft sind:

| Klasse 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | I. | | |
| + 380.06 | + 470.37 | + 1090.25 | + 2216.22 | + 5403.93 | + 23528.87 |
| | | | II. | | |
| — 153.93 | — 189.89 | — 243.10 | — 521.03 | — 975.92 | — 4832.13 |
| | | | III. | | |
| + 2220.18 | + 3413.18 | + 6125.77 | + 12004.15 | + 26609.70 | + 106210.62 |

Und hieraus ergiebt sich mit Hülfe der im Vorstehenden angeführten Zahlen:

| Klasse | $A_s$ | $D_s$ | $\frac{R_s}{r_s}$ |
|---|---|---|---|
| 2 | $23^h 30^m$ | $+ 79° 30'$ | 0.581 |
| 3 | 22 32 | 81 33 | 0.583 |
| 4 | 23 10 | 79 40 | 0.558 |
| 5 | 23 7 | 79 16 | 0.534 |
| 6 | 23 9 | 78 20 | 0.514 |
| 7 | 24 14 | 77 15 | 0.509 |

Diese Zahlen, deren Verlauf eine merkwürdige Gesetzmässigkeit zeigt zur Ableitung der Coordinaten des Schwerpunktes der gesammten Sterne der D. M. zu benutzen, das will ich unterlassen. Dazu wäre nöthig, eine genaue Kenntniss des Helligkeitsverhältnisses der einzelnen Durchmusterungsgrössen zu haben, die bekanntlich immer noch fehlt, welche aber bald zu erhalten wir hoffen dürfen. Ist dieses Verhältniss gegeben, so wird man daran denken können, die räumliche Vertheilung der Sterne zu besprechen und schon hier stehen interessante und wichtige Resultate in Aussicht. Ist noch weiter der südliche Himmel in gleicher Weise wie der nördliche durchforscht, so werden sich dann im Anschluss an das Vorige noch wichtigere Betrachtungen anknüpfen lassen. Denn offenbare Gesetzmässigkeiten treten schon in den obigen Zahlen auf; ihre völlige Interpretation ist aber leider jetzt noch nicht möglich.

Herr v. Gümbel legt eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Fr. Pfaff vor über:

„Beobachtungen und Bemerkungen über Schichtenstörungen."

(Mit 2 Tafeln.)

Werfen wir auch nur einen flüchtigen Blick auf eine etwas grössere geologische Karte der Alpen, so fällt uns sofort die ausserordentlich starke Ausbreitung der triassischen Gebilde und vor Allem unter diesen wieder des Keupers auf. Namentlich östlich vom Bodensee in den bayerischen und Tyroler Alpen nehmen sie den grössten Raum auf einer solchen Karte ein, einen bis zu 7 Meilen breiten Streifen zu Seiten der krystallinischen Achse des Gebirges bildend. Unter den verschiedenen Gliedern des Keupers ist es wieder der von v. Gümbel mit vollem Rechte als „Hauptdolomit" bezeichnete Dolomit, welcher in dem bezeichneten Gebiete den wesentlichsten Antheil an dem Aufbaue des Gebirges hat und vorzugsweise den Character desselben bedingt, indem er an vielen Punkten von der Thalsohle bis zum Gipfel hinauf ganze Gebirgsstöcke zusammensetzt, in der Mädelergabel über 8000 Fuss Höhe aufsteigt. Dieser langgestreckte Wall, der unzweifelhaft früher eine zusammenhängende mächtige Ablagerung bildete, ist jedoch durch eine grosse Anzahl von mehr oder weniger tief einschneidenden Längs- und Querthälern, die in den Alpen ja häufig in einander übergehen, in eine grosse Menge mehr oder weniger tief von einander gesonderter Bergstöcke getheilt, wie dies ebenfalls ein Blick auf eine grössere Karte deutlich erkennen lässt.

Die Physiognomie unseres Alpengebirges ist daher auch in grosser Ausdehnung von der Beschaffenheit oder besser den Eigenschaften dieses Gesteines und von seinen Lagerungsverhältnissen abhängig. Gerade die letzteren sind ja aber überhaupt in dem ganzen Alpengebirge so ausserordentlich verwickelte und zum Theil unklare, dass trotzdem der Aufbau desselben im Grossen und Ganzen Dank den unermüdlichen Forschungen der Geologen aller die Alpen um- und bewohnenden Völkerstämme festgestellt ist, doch noch sehr viel unsicher und dunkel ist, namentlich in Beziehung auf die Frage, wie wir uns die verschiedenen Entwicklungsphasen des Gebirges zu denken haben, welcher Art und welchen Ursprungs die Bewegungen der Gesteinsmassen waren, die wir jetzt so ganz anders gelagert finden, als sie es ursprünglich waren. Eben diese Lagerungsverhältnisse waren es, die mich bei wiederholtem etwas längerem Aufenthalte an verschiedenen Punkten der bayerischen und Tyroler Alpen vielfach beschäftigten und mich zu den folgenden Bemerkungen und Erörterungen veranlassten. Einer Beschreibung des Hauptgesteines dieses Gebirgstheiles, des Dolomites wie auch der übrigen hier auftretenden, fast ausschliesslich nur noch Kalksteine, kann ich hier füglich unterlassen und verweise ich auf die völlig erschöpfende Schilderung derselben von v. Gümbel in seiner geognostischen Beschreibung des bayerischen Alpengebirges, und begnüge mich hier, nur die für das Folgende nöthigen Angaben zu wiederholen, dass der Dolomit meist als feinkörnig krystallinisches, deutlich dünn geschichtetes, vielfach von Rissen durchzogenes Gestein auftritt, das bei seiner Auflockerung in verhältnissmässig sehr kleine, scharfeckige Stückchen zerfällt, wodurch sich massenhafte Schutthalden auf und vor den Dolomitbergen ansammeln. Die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen bietet nichts dar, was die Betrachtung mit blossem Auge wesentlich ergänzte.

Die ganze Masse besteht nehmlich aus eckigen, häufig geradlinig begrenzten krystallinischen Körnchen, welche in ein und derselben Probe meist wenig an Grösse verschieden sind. Die feinkörnigsten Varietäten besitzen Körnchen von 0,02—0,05 mm, die grobkörnigen weisen eine Korngrösse bis zu 0,2 mm auf. Eine Zwillingsstreifung in den Körnern beobachtete ich nicht, wie das ja als sehr charakteristisch für viele Dolomite schon länger bekannt ist. Die Körnchen liegen vollkommen regellos durcheinander, ihre optischen Achsen sind nach allen denkbaren Richtungen gelegen. Zwischen ihnen liegen die unlöslichen Bestandtheile in feinen Körnchen, ebenfalls ganz regellos zerstreut, so dass ein Schliff senkrecht zu der Schichtungsfläche durchaus nichts von einem parallel zu derselben gemachten Schliffe abweichendes darbietet. Die schon mit blossem Auge erkenntlichen feinen weissen Adern zeigen unter dem Mikroskope ebenfalls nur eine Anhäufung gewöhnlich etwas grösserer Krystallkörner und eine grössere Durchsichtigkeit, die durch das Fehlen des in Salzsäure unlöslichen Materiales bedingt ist. An vielen Orten zeigt sich auch oft in nächster Nähe von deutlich dünn geschichteten Dolomiten ein in plumpen Massen auftretendes, sehr undeutliche Absonderung in einzelne parallele Lager zeigendes Gestein derselben Art, und ebenso oft sieht man ausser den Schichtflächen noch eine oder zwei andere Spaltungsrichtungen in grosser Anzahl und weithin parallel verlaufend die Dolomite durchsetzen, so dass es in solchen Fällen, namentlich bei nur in geringer Ausdehnung entblössten Felsmassen genauerer Untersuchung bedarf, um die Richtung der Schichtung zu erkennen. Wenn nur eine solche Spaltungsrichtung deutlich ausgebildet ist, steht sie gewöhnlich senkrecht zu den Schichtflächen, wenn es zwei sind, bilden nicht selten beide schiefe Winkel mit diesen und es entsteht so eine Absonderung des Gesteins in rhomboëdrische Stücke und Stückchen oft nur von wenigen Centi-

metern Ausdehnung. Manchmal aber ist auch die Schichtung und die Zerklüftung so unvollkommen und unregelmässig, dass es nicht möglich ist, mit Sicherheit die Schichtenlage zu bestimmen, doch kommt dieses im Ganzen nur selten und nur an einzelnen Theilen eines Berges vor. Je nach der Neigung der Schichten gegen den Horizont und der Stellung eines Bergabhanges gegen die Schichten ist die Möglichkeit für eine ausgedehnte Entwicklung der Vegetation in sehr verschiedenem Grade gegeben. Daher findet man fast in jedem Gebirgsstocke neben weithin sich fortsetzenden nackten Felswänden und schartigen, mauerartig sich erhebenden Kämmen, ebenso ausgedehnte völlig von Wald oder Rasen bedeckte Gehänge und Gipfelflächen, doch stehen auch in diesem Falle hie und da vereinzelte Felsmassen hervor, welche es so möglich machen, einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse der Gesteine zu gewinnen, wenn auch oft nicht so befriedigend, als man es wünscht.

Wenden wir unsern Blick nun nach diesen einleitenden Bemerkungen eben auf diese Lagerungsverhältnisse, so können wir als eine bekannte Thatsache das Grundgesetz, welches den Bau des ganzen Alpengebirges beherrscht, in Kürze so ausdrücken: Parallel der centralen grösstentheils aus Gneiss bestehenden und von krystallinischen Schiefern umhüllten Achse liegen die jüngeren sedimentären Formationen bis herauf zu dem Untertertiär in verhältnissmässig schmalen Faltenzügen, so dass das Streichen derselben parallel dieser centralen Achse geht, die Falllinien bald südlich bald nördlich der Achse zu oder abgewendet erscheinen.

Dieses allgemeine Gesetz ist zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Weise erklärt worden, doch wollen wir hier nicht auf diese verschiedenen Erklärungsversuche eingehen, sondern lieber an der Hand dieses Gesetzes etwas näher die Ausnahmen von demselben betrachten, da es ja eben mit demselben leicht ist, durch einfache Vergleichung der irgendwo

beobachteten Lagerungsverhältnisse mit den nach diesem Gesetze zu erwartenden die Giltigkeit oder Ungiltigkeit desselben für einen bestimmten Punkt zu constatiren oder eine Ausnahme von ihm festzusetzen. Dass solche Ausnahmen vielfach vorkommen, ist ebenfalls eine lange bekannte Thatsache, die v. Gümbel ebenfalls bestimmt wiederholt ausgesprochen hat, und es könnte daher scheinen, als ob es eine überflüssige Unternehmung wäre, durch genauere Beobachtungen an einzelnen Localitäten noch mehr solcher Ausnahmen nachzuweisen. Dennoch glaube ich, sind derartige Beobachtungen nicht ganz ohne Interesse und möchte es sich immerhin verlohnen, dieselben noch weiter anzustellen, namentlich mit Rücksicht auf die Frage: wie verhalten sich diese Ausnahmen zu dem Gesetze in Beziehung auf die diesem Gesetze zu Grunde liegende Ursache? Sind sie gleichzeitig mit jener gesetzmässigen Lageveränderung durch einen jenes Gesetz local modificirenden Factor entstanden oder haben sie sich erst später herausgebildet? Welche Ursache hat dieselben erzeugt? Lässt sich eine gewisse Regel auch für diese Ausnahmen aufstellen oder nicht? Mögen diese Fragen immerhin von untergeordneter Bedeutung erscheinen, so wollen sie doch auch beantwortet sein und erfordern zu ihrer Beantwortung einer etwas genaueren Beobachtung an verschiedenen Punkten und eine etwas eingehendere Discussion der so gewonnenen Ergebnisse, die immerhin auch für die Theorie der Gebirgsbildung im Grossen nicht ganz ohne Wichtigkeit sein dürfte, wie aus dem Folgenden klar werden dürfte, wenn auch zunächst nur für den Theil des Alpengebirges, den wir hier im Auge haben.

Die Frage, die wir hier zunächst ins Auge fassen wollen, ist die: Sind die Ausnahmen von der gesetzmässigen Lagerung rein locale, keinem bestimmten Gesetze unterworfene, und sind sie auf rein local wirkende Ursachen zurückzuführen, oder nicht?

Wer an irgend einem Gebirge genauere Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse der Schichten angestellt hat, wird überall auch mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von der allgemeinen im Gebirge herrschenden Regel bemerkt haben, die jedoch stets nur auf kleine Strecken beschränkt erscheinen und ihren localen Charakter und die local wirkende Ursache wie z. B. benachbarte Quellen so deutlich zur Schau tragen, dass es nicht der Mühe werth ist, dieselben zu erwähnen. Auch in den Alpen sind selbstverständlich solche oft nur auf wenige Meter hin bemerkbare Störungen nicht so selten. Neben diesen finden sich aber vielfach auch solche, welche sich durch einen grossen Theil eines ganzen Gebirgsstockes, ja durch ganze Berge hindurch erstrecken und diese sind es, welche wir hier im Auge haben.

Um nun unsere eben gestellte Frage beantworten zu können, müssen wir für irgend ein etwas ausgedehnteres Stück unseres Gebietes etwas genauer diese Ausnahmen betrachten. Ich wähle hiezu einen Theil der um den Plansee herum gelegenen Dolomitberge, deren Lage das kleine Kärtchen Taf. II veranschaulichen mag. Unmittelbar um den See liegen vier von einander scharf gesonderte Berge, nehmlich nördlich der Zwieselberg, südlich die Seewand, östlich der Zwergberg, westlich der Tauernberg und südwestlich von dem mit dem Plansee in Verbindung stehenden Heiterwanger-See erhebt sich die Pyramide des Thaneller.

Wenn man nun versuchen wollte, in kurzen Zügen den Schichtenbau dieser Berggruppe zu entwerfen, so würde man in die grösste Verlegenheit kommen und könnte höchstens als gemeinsames Merkmal für dieselben das angeben, dass sie alle sehr deutlich und mehr oder weniger durchweg nicht dem allgemeinen Gesetze folgen, dass aber auch nur vereinzelt sich ein durchgreifendes spezielles Gesetz in diesen Massen nachweisen lässt. Wir wollen daher etwas näher auf diese eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse eingehen.

Begeben wir uns von Reutte her aus dem Lechthal aufsteigend nach dem Plansee, so haben wir den durch den Abfluss des Plansees von dem Zwieselberg gesonderten Tauernberg zur Rechten, der uns gleich ein Beispiel für Schichtenbiegungen und Schichtenstörungen nach allen Himmelsrichtungen hin darbietet, wie man es wohl selten so schön sieht. Die beiden Fig. 2 und 3, Taf. I, stellen solche unmittelbar von der Strasse durchschnittene, genau nach der Natur gezeichnete Profile dar, die weiter keiner Erklärung bedürfen. Nur soviel sei hier erwähnt, dass kaum auf 100 Schritte weit ein gleichmässiges Fallen oder Streichen beobachtet werden kann, sondern ein unaufhörlicher Wechsel wahrgenommen wird. An dem dem Heiterwanger-See zu geneigten südöstlichen Ende desselben fallen die Schichten diesem zu nahezu unter 40° gegen Südwesten, dagegen auf der westlichen dem Lechthale zugekehrten Seite beobachtet man an den wenigen von Vegetation freien Felswänden ein gleich starkes Fallen gegen Nordosten, während auf derselben Seite am Fusse dasselbe 37° gegen Süden ist. Die beiden auf dem Kamme, der ebenfalls vielfach ganz überwachsen ist, hervorragenden vom westlichen Ende des Plansees deutlich sichtbaren grösseren Felspartieen zeigen ebenfalls wieder ein ganz verschiedenes Verhalten, indem die Schichten der weiter nördlich gelegenen nach Nordosten, die weiter südlich gelegenen nach Südwesten zu fallen, ebenfalls mit 40 bis 45° Neigung. Daneben finden sich namentlich an der Ostseite grössere Partien, an denen das Fallen und Streichen wegen der ausserordentlichen Zerklüftung schwer mit Sicherheit zu bestimmen ist, doch scheint vom äussersten West-Ende des Plansees aus eine grössere Masse sehr steil nach Nordosten zu fallen. Bemerken will ich nur noch, dass ein Theil der kleinen, förmliche Gewölbe bildenden Faltungen sich in den hier wie auch sonst im Hauptdolomite untergeordnet auftretenden, sehr dünn geschichteten Asphaltschiefern findet. Da nur auf kurze

mit derselben bildet. Nur der vielfach mit Schutt bedeckte Fuss hat eine geringere Neigung. Die ganze Pyramide zeigt nun eine höchst regelmässige und vollkommen gleich bleibende nur wenig von Ost nach West fallende Schichtenlage. Ein und dieselbe Schichte lässt sich über den ganzen Berg hin verfolgen, dickere wechseln mit dünneren, auch sie sind von senkrechten Spalten nach zwei Richtungen vielfach durchzogen, so dass scharfkantige pfeilerartig hervorstehende Massen den Schichten von ferne ein kanelirtes, gestreiftes Ansehen verleihen. In Verbindung mit den fast horizontalen Schichtflächen zeigt der Berg einen stufenförmigen Bau, der sehr auffallend hervortritt, wenn leichter Schnee auf ihm liegt, der die Flächen dieser Stufen allein bedeckt und die dazu senkrechten durch die Spaltung entstandenen frei lässt.

Wiederum ein anderes Bild bietet dann der das nördliche Ufer des Sees einnehmende Zwieselberg. In seiner westlichen Hälfte, die Taf. I Fig. 1 zeigt, lässt sich der Schichtenbau noch gut übersehen und erkennen. Er stellt hier eine ziemlich gut ausgebildete Mulde dar, die vom Westrande sanft nach Osten und zugleich nach Norden zu einfällt, gegen die Mitte des Berges zu sich dann hebt und nahe der Mitte in eine senkrechte Stellung der Schichten übergeht. Hier findet sich eine nach unten hin in eine breite, bis zum See reichende Schutthalde sich öffnende schmale Schlucht, in der man ohne grosse Schwierigkeit den Berg besteigen kann. Das Streichen ist auf der Westseite dieser Schlucht ziemlich constant zwischen $8^1/_2$ und $9^1/_2$ [1]), während das Fallen von 55° nach N bis zur senkrechten Stellung wechselt. Am Fusse des Berges, am Westende desselben streichen die Schichten in h. 7 und fallen

1) Als Abweichung der Magnetnadel in diesen Gegenden habe ich genau eine Stunde angenommen. Darnach sind die obigen und folgenden Angaben reducirt.

mit nur 26° nach Nord. Kleinere Unregelmässigkeiten einzelner Schichtenzüge sind übrigens auch hier nicht selten. Weniger klar ist dagegen die Schichtenlage der östlichen Hälfte des Berges zu erkennen, da dieselbe grösstentheils von Wald bedeckt ist und auch da, wo in grösserer Ausdehnung Felswände erscheinen, wie auf der zum Graswangthale abfallenden Ost- und Nordostseite, die Schichtung wieder grösstentheils unklar ist. Jedenfalls sprechen diejenigen Stellen, wo man besser beobachten kann, dafür, dass auch vom Ostrande her theilweise ein nach innen gerichtetes Fallen Statt habe, aber bei weitem weniger regelmässig und muldenförmig, wie auf der westlichen Seite. Durchgängig ist das Streichen mehr der Richtung des Meridianes genähert, zwischen 12¾ und 3 schwankend, auch das Fallen ein sehr verschiedenes, bald wenig geneigtes bald nahezu senkrechtes, bald nach Westen bald nach Osten gekehrt. Schon auf der Strasse am Seeufer hin, die manche Felswand blossgelegt hat, ist diese grössere Unregelmässigkeit der östlichen Abtheilung des Berges leicht zu erkennen.

Wenden wir nun von der Ostseite des Zwieselberges weg unsern Blick auf den ihr gegenüberliegenden Rücken des Zwergberges, so zeigt auch dieser wieder grosse Unregelmässigkeiten. Gehen wir zunächst im Ammerwalde an seinem Fusse hin, so kommen wir bald zu einer engen, wenige Meter breiten Spalte, durch welche Bach und Strasse hindurchzieht, den sogenannten Thorsäulen. Hier stehen die Schichten senkrecht und streichen h. 5, einzelne neigen sich hie und da etwas nach Nord, andere auch nach Süd und diese senkrechte Stellung ist namentlich auf der linken Seite des Baches, eben an den Abhängen des Zwergberges über einen Kilometer weit sehr deutlich zu erkennen, das Streichen etwas wechselnd bis zu h. 6. Hie und da sieht man kleine Schluchten sich in den Berg hineinziehen, gleichsam ein Cannon im Kleinen darstellend. Es sind nehmlich hie und

da nur wenige Schichten herausgewittert, während die neben ihnen stehenden unversehrt blieben, so entstanden dann schmale, mit senkrechten Seitenwänden abfallende Schluchten, die sich hoch den Berg hinaufziehen.

Unterhalb der Thorsäulen weicht der Abhang des Zwergberges nach Süd-Osten hin vom Bache zurück, er bildet eine muldenförmige Einbiegung, deren südlicher Theil wieder als ein ziemlich steiler Ausläufer gegen das Seeende sich hin erstreckt. An diesem Ausläufer nun fallen die Schichten unten steil, oben sanfter geneigt gegen Nordost zwischen h. 10 und 11 streichend. In der muldenförmigen Einbiegung, die vielfach mit Wald und Schutthalden bedeckt ist, findet man sie weiter nach Norden zu wieder senkrecht stehend, aber sie streichen nun nahezu in der Richtung des Meridianes, also steht ihre Streichrichtung fast senkrecht zu der jenes von den Thorsäulen an sich hinziehenden Schichtensystemes. Mehr als irgend einer der bisher besprochenen Bergstöcke schliesst sich noch der südlich am See sich hinziehende als Seewand, auf seinem Gipfel als Plattberg bezeichnete Bergrücken an, insoferne als bei ihm überwiegend ostwestliches Streichen und südliches Fallen beobachtet wird, wodurch er im auffallenden Gegensatze zu dem ihm am See auf dessen Nordseite gegenüberliegenden Zwieselberge steht, doch finden sich auch bei ihm so vielfache Abweichungen von diesem Gesetze, dass es schwer ist, sich ein klares Bild von den Structurverhältnissen desselben zu verschaffen. Auch an ihm zeigen sich Abweichungen im Streichen und Fallen, welche eine Faltung in der Richtung von Ost nach West anzeigen. Oft auf ganz kurze Strecken wechselt beides ausserordentlich rasch und stark, so dass Neigungswinkel von nur 5° in der nächsten Nähe von fast senkrechter Schichtenstellung namentlich am östlichen Theile der Seewand sich finden und auch das Streichen so wechselt, dass es den Anschein gewinnt, als wäre hier eine trichterförmige Einsenkung der Schichten ein-

getreten. Uebrigens ist auch bei ihm durch Wald und Rasen, Schutthalden und jähe Wände, an denen oft die Schichtung sehr unklar erscheint, die Beobachtung ziemlich erschwert.

Ueberblicken wir die hier kurz geschilderten Verhältnisse, so wird aus denselben sofort das Jedem klar geworden sein, dass diese immerhin nicht unbeträchtlichen Massen weder dem allgemeinen Gesetze der Alpenfaltung folgen, noch auch unter sich ein ihnen gemeinschaftlich zu Grunde liegendes secundäres Gesetz erkennen lassen.

Wir können es daher als eine Thatsache der Beobachtung hinstellen, dass sich in dem hier besprochenen Gebiete sehr bedeutende Schichtenstörungen finden, die wir als locale oder besser jeder Bergmasse individuell zukommende bezeichnen müssen. Die Lagerveränderungen sind genau von derselben Art und treten auch in demselben Betrage auf, wie sie in dem übrigen Theile der Alpen die triassischen oder jüngeren Schichtenreihen erkennen lassen, Hebungen bis zur senkrechten Stellung zahlreicher Schichten, Faltungen bis zur Bildung von Gewölben mit ausserordentlich kleinem Krümmungsradius finden wir auch hier auf das Klarste entwickelt.

Selbstverständlich ist es ja auch, dass alle diese Schichtenstörungen erst nach der Bildung der Schichten eingetreten sind, also eine nachträgliche Bewegung derselben anzeigen. Nehmen wir an, wie das ja wohl von allen Geologen gegenwärtig geschehen dürfte, dass die Schichten Anfangs horizontal oder wenigstens nahezu horizontal gelagert waren, so lässt sich aus ihrer jetzigen Lagerung die Art ihrer Bewegung bestimmen ganz unabhängig von und ohne alle Berücksichtigung der Frage, welche Bewegungs**ursache** wir etwa annehmen wollen. Die Art der Bewegung ist daher auch kein Gegenstand des Streites, man kann darüber nicht verschiedener Ansicht sein.

Allein ganz anders verhält es sich, wenn wir nun uns

die Frage stellen: wodurch ist diese Bewegung der Schichten erzeugt worden?

Auch bei der Beantwortung dieser so vielfach discutirten Frage können sich die Vertreter der verschiedensten Anschauungen noch in einem Grundsatze einigen, nehmlich dem, dass eine einheitliche Bewegung auch nur die Annahme einer Bewegungsursache und einer Bewegungsrichtung zulässig macht, dass aber im Falle ungleicher Bewegungen jedenfalls verschiedene Bewegungsrichtungen angenommen werden müssen, und dass dann möglicherweise auch verschiedene Ursachen der Bewegung vorhanden gewesen seien.

Halten wir uns nun an unseren vorliegenden Fall, so ist ganz klar, dass wir es in diesem nicht mit einer einheitlichen Bewegung zu thun haben, dass jedenfalls also Bewegungen in sehr verschiedener Richtung eingewirkt haben. Fraglich bleibt es dann immer noch, ob wir eine nur in verschiedenen Richtungen wirkende Ursache annehmen können oder nicht.

Man hat bekanntlich für die Entstehung des Alpengebirges, wie auch für die ähnlicher Kettengebirge einen seitlich, senkrecht zur Längsachse des Gebirges wirkenden Druck oder Schub angenommen, welcher das ganze Gebirge in parallele Falten legte. Die näher im Vorhergehenden besprochenen Erscheinungen, welche uns fast alle von dieser Richtung ganz abweichende Schichtenbewegungen erkennen lassen, verbieten es uns, diesen Schub als Ursache jener abnormen Bewegungen anzusehen. Immerhin aber wäre es möglich, dass nachher oder vorher etwa eintretende und in anderer Richtung erfolgte ähnliche Pressungen diese Lageveränderung erzeugt hätten. Bei vorurtheilsfreier Prüfung werden wir jedoch ganz entschieden diese Meinung aufgeben und uns nach ganz andern Bewegungsursachen umsehen müssen. Es ist vor Allem der so klar ausgeprägte lokale und individuelle Character dieser Bewegungen, welcher

uns nöthigt den Gedanken aufzugeben, dass ähnliche Bewegungen der Erdrinde, wie die für die Entstehung des ganzen Alpengebirges angenommenen, hier gewirkt hätten. Wir können ja unmöglich annehmen, dass gleichzeitig am Thaneller von Ost nach West, in den kleinen Gewölben des Tauernberges vorwiegend von Nordwest nach Südost in der Mulde des Zwieselberges von Südwest nach Nordost eine solche Bewegung der Erdrinde stattgefunden habe. Wollten wir nun annehmen, dass diese Faltungen der Erdrinde zu verschiedenen Zeiten stattgefunden haben, wofür übrigens gar kein Anzeichen vorliegt, so begreift man nicht, wie eine derartige Richtungsänderung in der Bewegung der Erdrinde eingetreten sein soll, und wie sie auf so ganz kleine Partien sich erstreckt haben könne. Die Beobachtung ferner, dass am Tauernberge die Richtung der Bewegung in den kleinen Gewölben am Fusse des Berges eine ganz andere war, als die oben auf dem Rücken des Berges, da beide nahezu senkrecht zu einander wirkten, macht diese Annahme völlig unmöglich. Sie nöthigen uns nach einer Bewegungsursache umzusehen, welche gleichzeitig an verschiedenen Puncten in verschiedenen Richtungen wirken konnte und an jeder Stelle jede beliebige Bewegung hervorzubringen im Stande ist, eine Ursache, welche ebensowohl ganz kleine und beschränkte Stellen, wie ausgedehntere Schichtensysteme in der verschiedensten Weise bewegen kann.

Als diese gemeinsame Bewegungsursache können wir wohl am einfachsten die Schwere oder richtiger den aus derselben hervorgehenden Druck der Gebirgsschichten betrachten, welche wirklich Bewegung erzeugt, wenn durch die Thätigkeit des Wassers die Möglichkeit zu derselben gegeben wird. Wo unter einer Schichte durch die ausnagende oder auszehrende Wirkung des Wassers eine Stelle frei wird, kleinere oder grössere Hohlräume entstehen, da wirkt stets die Schwere dahin, diesen Raum mit höher gelegenen Massen auszufüllen.

In den durch zahllose Risse noch weiter getheilten Gesteinsschichten haben wir bewegliche Massen vor uns, die um so leichter und stärker sich bewegen werden, je stärker der Druck ist, dem sie ausgesetzt sind; ihre Beweglichkeit wird noch erhöht durch das sie überall durchziehende Wasser. Es ist nicht nöthig grössere Hohlräume, entstanden durch das völlige Verschwinden ganzer Schichtenreihen, anzunehmen, um z. B. eine muldenförmige Einbiegung von Schichten zu erhalten, es genügt dazu schon das Dünnerwerden einer grösseren Zahl von Schichten in einer Richtung. Denken wir uns z. B. eine Reihe Schichten alle in der Weise, wie es unsere Fig. 2 Taf. II andeutet, in der die senkrechten Striche die Verdünnung d. h. den durch die Wegnahme entstandenen Substanzverlust anzeigen, dünner geworden und durch den Druck der ober ihnen liegenden wieder gegen einander gepresst, so wird der Betrag der Einbiegung der höheren Schichten gleich der Summe der kleinen die Dickeverminderung der einzelnen Schichten anzeigenden Linien 1, 2, 3, 4 also gleich ab sein, und man begreift so, dass wenn eine grössere Anzahl von Schichten an einer Stelle auch nur um 1 bis 2 cm dünner werden, der Effect an den obenliegenden immerhin ein sehr grosser werden kann. Uebrigens kann man bei genauerer Beobachtung oft erkennen, dass die Schichten in der That ziemlich stark an Dicke abnehmen, ja sich vollkommen auskeilen, was von Baltzer als ein Beweis für das Ausgequetschtwerden und Plastischwerden angeführt wurde.

Es wird wohl nicht nöthig sein, näher auseinander zu setzen, wie auf diese Weise alle möglichen Arten von Schichtenstörungen entstehen können. Denn das ist ja ganz klar, dass wenn man bewegliche, der Schwere unterworfene Massen hat, man in diesen alle möglichen Arten von Bewegungen und Neigungen erzeugen kann, wenn man ihre Unterlage in grösserer oder kleinerer Ausdehnung, an ein-

zelnen beschränkten Stellen, in Linien oder grösseren Flächen mehr und mehr entfernt. Ich möchte hier nur an ein Beispiel erinnern, welches, wenn auch in kleinerem Maassstabe, diese Wirkung des Wassers ganz unzweifelhaft klar legt, auf das ich schon in meinen „Beiträge zur mechanischen Geologie aus dem fränkischen Jura"[1]) gezeigt habe.

In diesem überall horizontale Schichtung zeigenden Gebirge zeigen sich zum Theil sehr steile Schichtenstellungen in dem Thale der Wisent, stets in der Umgegend der wasserreichen Quellen in der Thalsohle. Ihre Entstehung durch die auflösende Wirkung des Wassers ist hier ganz unzweifelhaft. In den Alpen sind die Wirkungen des Wassers nur stärker, aber die Art ist dieselbe, vor Allem auch der Character dieser Störungen als localer ganz derselbe. Dass die Wirkung des Wassers im Boden eine local ausserordentlich verschiedene ist, dass sie gleichzeitig in den verschiedensten Richtungen die Gesteine angreift, das bedarf wohl keiner näheren Auseinandersetzung, und die so ganz verschiedene Richtung der Bewegung, die wir selbst an ein und demselben Bergrücken den Schichten mitgetheilt sehen, hat gar nichts Befremdliches, wenn wir sie auf diese Weise von der Wirkung des Wassers abhängig machen. Selbstverständlich begann diese Wirkung von dem Augenblicke an, in welcher diese Schichtensysteme ins Trockene gelangten und geht fort, so lange sie Festland sind. So stehen uns für diese Wirkung Zeiträume zu Gebote, welche nach und nach die Folgen derselben zu einem beträchtlichen Grade anwachsend machen mussten, wenn auch die Beträge eines Jahres verschwindend klein sind, obwohl bei näherer Betrachtung doch auch diese nicht so ganz unerheblich erscheinen dürften, wie dies aus folgender Rechnung klar hervorgeht. Das Wasser des Plansees enthält in 10,000 Theilen Wassers 3,3 aufgelöste Be-

1) Zeitschr. des deutsch. geol. Ges. XX, 389.

standtheile. Dasselbe kommt, wie das Kärtchen zeigt, nur von einem Theil der ihn umgebenden Berge, während der andere Theil der auf dieselben niedergehenden atmosphärischen Niederschläge theils in die Loisach, theils direct in den Lech geht. Die Menge des aus dem See austretenden Wassers beträgt nach einer allerdings nicht sehr genauen Bestimmung pro Secunde 10 Kubikmeter, das gibt im Jahr 315 1/3 Millionen Kubikmeter. Nehmen wir das spezifische Gewicht der aufgelösten Bestandtheile zu 2,6 an, so sind dem Volumen nach in einem Kubikmeter Wassers 0,000127 Kubikmeter fester Bestandtheile, folglich in 315 1/3 Million 40005 Kubikmeter, welche jährlich dem Theile des Gebirges allein entzogen werden, der sein Wasser dem Plansee zusendet. Das ist immerhin keine so ganz verschwindende Masse und jedenfalls zeigen uns diese Zahlen, dass wenn wir 1000 oder 10000 Jahre dieselbe Menge festen Materials und aus dem Schichtensysteme um den See ungleichmässig weggenommen dächten, dadurch sehr beträchtliche Bewegungen in denselben entstehen müssten. In meiner Schrift „Der Mechanismus der Gebirgsbildung“ habe ich S. 99 und 123 näher nachgewiesen, wie auch in Beziehung auf die zum allmählichen Zustandekommen dieser Schichtenbewegung nöthigen Zeiträume viel geringer ausfallen, wenn wir sie in der angegebenen Weise auf die Wirkung des Wassers zurückführen, als wenn wir eine Faltung der Erdrinde in Folge der durch die fortschreitende Abkühlung erzeugten Kontraction des Erdkörpers für sie als Ursache annehmen, die übrigens für derartige locale in ihren Richtungen wechselnde Störungen, wie wir schon oben erwähnten, nicht zur Erklärung herbeigezogen werden kann.

Als das Resultat der vorstehenden Betrachtungen möchte ich den Satz hinstellen: Alle local auftretenden regellos in ihrem Verlaufe erscheinenden Schichtenstörungen sind Folge der ungleichmässigen ausnagenden Einwirkung des Wassers unter dem Einflusse der Schwere.

Wenn unter den dadurch erzeugten Bewegungen vorzugsweise die in verticaler Richtung erfolgenden sich bemerkbar machen, wie es ja in der Natur der Schwerkraft liegt, so sind deswegen doch auch latente Verschiebungen nicht ausgeschlossen, die wie es im Grossen die Ränder vieler Gebirge zeigen, als Ueberschiebungen über gesunkene, d. h. hier durch die Wirkung des Wassers gesenkte Theile, sich bemerkbar machen.

Wie weit nun diese unregelmässigen Bewegungen reichen, und wie weit sie den Aufbau des ganzen Gebirges beeinflussen, kann erst an der Hand eingehenderer und umfassenderer Untersuchungen beantwortet werden; dass solche Unregelmässigkeiten vielfach auch in andern Gegenden vorkommen, wie z. B. in der Umgebung des Achensees, des Kochelsees, davon habe ich mich öfters überzeugt, wenn ich auch nicht so ausgedehnte Untersuchungen anstellte, um ein genaueres Bild der dort sich findenden Abweichungen von dem regelmässigen Aufbau des Gebirges geben zu können.

Ich habe oben erwähnt, dass die Annahme, dieselbe Bewegungsursache, welche das ganze Alpengebirge faltete, habe auch diese localen unregelmässigen Schichtenstörungen erzeugt, unstatthaft sei. Ich glaube auf diese allgemeine Bewegungsursache noch einmal zum Schlusse eingehen zu müssen, weil ich mich mit der eben von mir ausgesprochenen Theorie im Widerspruche mit einer Reihe der hervorragendsten Geologen weiss, und doch ebensowenig wie für die zunächst besprochenen localen Erscheinungen, für das ganze Alpengebirge die von jenen vertretene Faltungstheorie, soweit sie die Ursachen der Bewegung betrifft, als eine physikalisch haltbare ansehen kann. In seinem neuesten Werke „Das Antlitz der Erde" fasst Suess (S. 143) dieselbe kurz in folgenden Worten zusammen: „Die sichtbaren Dislocationen in dem Felsgerüste der Erde sind das Ergebniss von Bewegungen, welche aus der Verringerung des Volums

unseres Planeten hervorgehen. Die durch diesen Vorgang erzeugten Spannungen zeigen das Bestreben, sich in tangentiale und in radiale Spannungen und dabei in horizontale (d. i. schiebende und faltende) und in vertikale (d. i. senkende) Bewegungen zu zerlegen." Die Volumsverminderung des Planeten ist eine Folge der fortschreitenden Abkühlung, in Folge dieser Schrumpfung muss die in früherer Zeit bei einem grösseren Erdradius entstandene feste Erstarrungsrinde, welche wegen ihres Gewichtes dem flüssigen Erdkerne zu folgen bestrebt ist, sich knicken und falten. Ohne auf die Bedenken einzugehen, welche sich gegen die Voraussetzungen dieser Theorie erheben lassen und wegen denen ich auf die oben schon citirte Schrift „Der Mechanismus der Gebirgsbildung" (Cap. III und V) verweise, möchte ich hier nur auf einige, zum Theil dort nicht hervorgehobene Schwierigkeiten hinweisen, deren Beseitigung durch irgend einen Vertreter jener Theorie gewiss sehr erwünscht wäre, da ja gewiss Jeder im ersten Augenblicke dieselbe für eine sehr gute und den Schlüssel zur Erklärung des Baues unserer Erdrinde darbietende halten wird, aber nicht länger halten kann, wenn diese Schwierigkeiten nicht gehoben werden.

Nach dieser Theorie bildet die Erdrinde eine den flüssigen Erdkern umgebende feste Schale. Die einzelnen Theile oder Stücke derselben stützen sich nun gerade so, wie die Steine eines richtig construirten Gewölbes. Ein Durchschnitt durch die Erde wird daher ähnlich Fig. 3 Taf. II sich darstellen. Es ist nun ohne Weiteres klar, dass wenn sich der Erdinhalt zusammen- und von der Rinde zurückzieht, die einzelnen Stücke, durch die Schwere ebenfalls nach dem Mittelpunkte der Erde hingezogen, sich, eben wie die einzelnen Steine eines Gewölbes stützen können, dies ist aber nur unter folgenden zwei Voraussetzungen möglich:

1) es muss, da wir die erstarrte Rinde nicht als eine, durch keine Risse getrennte Masse ansehen können, die Form

der einzelnen Stücke wie die von Gewölbsteinen keilförmig unten schmäler, an [illegible] sein, wie a b — c d;

2) die Widerstandskraft der Masse muss so gross sein, dass sie unter dem Drucke nicht zersprengt wird, der auf die einzelnen Stücke wirkt.

Wären diese beiden Bedingungen erfüllt, so würde weder eine vertikale, noch eine tangentiale Bewegung in der Rinde eintreten.

Es lässt sich nun auf experimentellem Wege leicht nachweisen, dass jedenfalls die zweite dieser Bedingungen nicht erfüllt ist und verweise ich in dieser Beziehung auf die bekannten Untersuchungen Mallet's in seiner Arbeit „über vulkanische Kraft". Nach ihm ist der Druck auf die Seitenwand eines solchen Stückes der Erdrinde 480 mal grösser als derjenige, welcher hinreicht, die am schwersten zersprengbaren Gesteine wie Porphyr und Granit zu zermalmen, und ungefähr 2000 mal grösser, als der zum Zermalmen von Dolomiten und Kalksteinen nöthige. Mallet behauptet nun, dass ein solches Zermalmtwerden der Gesteine in der Erdrinde stets eintreten muss. Doch lässt sich leicht zeigen, dass das nicht unter allen Umständen der Fall sein muss und dass noch eine andere Möglichkeit gegeben ist, nehmlich die, dass die Gesteine, ehe der Druck diese Höhe erreicht, nach obenhin ausweichen, die Schichten sich aufrichten. Dadurch können die übrigen Theile der Rinde sich wieder soweit nähern, oder richtiger, es wird soviel Raum geschaffen, dass die Unterfläche der Rinde einen kleineren, dem verkürzten Radius angepassten Kreis bilden und auf dem Kerne aufruhen kann, wodurch dann der Seitendruck aufgehoben ist. Es fragt sich nur, ob dieser laterale Druck im Stande ist, die Schichten leichter zu biegen, d. h. aufzurichten, oder zu brechen. Es lässt sich nun leicht nachweisen, dass allerdings in gewissen Fällen eine Schichten-

aufrichtung durch einen Druck erreicht werden kann, welcher geringer ist, als der zum Zermalmen erforderliche.

Wir können dies am einfachsten erkennen, indem wir fragen, welchen Druck übt eine Schichte wie ca oder cb Taf. II Fig. 4 auf die Seitenflächen bei a und b aus. Offenbar wird eine solche Schichte, sowie der Druck bei a und b grösser wird, als der, den sie vermöge ihres Gewichtes in dieser Richtung ausübt, bei c in die Höhe gedrückt, so lange der zu dieser Bewegung nöthige Druck nicht den für die Zermalmung hinreichenden übersteigt. Drücken wir denselben der bequemeren Berechnung wegen in Atmosphären aus, so finden wir nach den von Mallet gefundenen Zahlen, der als Maximum für das Zersprengtwerden des Dolomites[1]) 7409 e. ℔ auf den Q.Zoll fand, was einem Drucke von 584 Atmosphären entspricht, folgenden Grenzwerth:

$$584 = P \times \sin \alpha,$$

wo P das Gewicht der fraglichen Schichte $\alpha$ den Neigungswinkel derselben gegen den Horizont bezeichnet. Nehmen wir des sp. Gewicht des Dolomites zu 2,8 an, so würde darnach eine senkrecht stehende, überall gleich dicke Dolomitsäule von 3,6 Meter einen Druck von einer Atmospäre auf ihre Unterlage ausüben, demnach zu einem 584 Atmosphären betragenden Drucke eine Dolomitsäule von 2102 m Höhe nöthig sein. Mit der Neigung ändert sich natürlich der Druck; bei 10° Neigung würde eine Schichte von 12100 m Länge erst diesen Druck bei a ausüben, bei 30° Neigung dagegen schon bei einer Länge von 4200 m.

Wir sehen daraus ganz klar, dass eine Zermalmung nicht unter allen Umständen eintreten muss, aber ebenso geht auch aus diesen Zahlen hervor, dass wir Faltungen oder Knickungen der oberflächlichen Schichten der Erdrinde

1) Für Kalksteine fand er 2400 bis 5800 e. ℔ auf den Q.Zoll.

durch den Lateraldruck doch nur in sehr geringer Ausdehnung, d. h. auf sehr geringe Längen wirkend annehmen können, eben deswegen, weil die Schichtenenden zermalmt werden, wenn der zu überwindende Widerstand bei Dolomit- und Kalkmassen höher wird, als einem Drucke von 584 Atmosphären entspricht. Die Faltungen von Schichtenmassen, deren Länge in der Richtung des Druckes mehr als 100000 ja 200000 m beträgt, durch diesen Lateraldruck sind mit den Resultaten Mallet's nicht in Einklang zu bringen. Noch misslicher aber sieht es mit dieser Faltungstheorie aus, wenn auch die erste jener Voraussetzungen nicht stichhaltig ist. Wenn auch nur ein Stück eine Form hat wie ef — gh unserer Figur 3, so kann dieses Stück nach unten ausweichen und die Stücke zu beiden Seiten desselben können sich nun einander nähern, einen kleineren Kreis bilden, weder eine Faltung noch eine Zermalmung wird dann eintreten. Nun sind ja, wie dies Suess in seinem oben citirten Werke an vielen Beispielen nachgewiesen hat, gerade Senkungen einzelner Stücke der Erdrinde sehr häufige Erscheinungen, ja er führt in der oben wörtlich citirten Stelle gerade die Senkungen als nothwendige Folgen der Volumsveränderung der Erde an. Vielleicht giebt derselbe in einem späteren Theile seines Werkes eine Erklärung, wie neben ausgedehnten Senkungen auch noch Faltungen durch die Kontraktion der Erde entstehen können; in dem vorliegenden Theile finde ich nichts, was diese grosse Schwierigkeit beseitigen könnte.

Ich will nur noch eines der Hindernisse hier besprechen, welches mir als ein nicht wohl zu beseitigendes für jene Theorie erscheint. Tritt nehmlich eine Volumsverminderung ein, und wird diese durch eine Faltenbildung, wie es jene Theorie behauptet, beseitigt, so geschieht dies dadurch, dass ein Theil der Rinde zusammengepresst und nach oben gedrückt wird, wobei wir in manchen Fällen aus der Länge der Falten den Betrag des Zusammenschubes berechnen

können, wie ihn z. B. Heim für die Central-Alpen zu 120000 m berechnet hat. Nun ist zweierlei selbstverständlich, wie ein Blick auf unsere Figur zeigt, nehmlich, dass der Zusammenschub nur so lange dauert, bis der Umfang der Rinde der verkleinerten Kugel wieder anliegt und ebenso, dass dies nur dadurch erreicht wird, wenn die Verringerung des Umfanges ebensowohl an der Ober- wie an der Unterfläche eingetreten, d. h. die Auspressung oder Auftreibung ein ganzes Stück aus der Erdrinde beseitigt hat. Nehmen wir z. B. an, die Volumsveränderung durch die Kontraktion sei gleich einem Stücke von dem Durchschnitte ab — cd unserer Figur, so wird durch den Druck die Rinde zwischen 1 und 2 so in Falten gelegt und so viel Material nach oben hin gedrängt werden müssen, dass sowohl 1, 2 oben, wie unten 3 und 4 um die Strecke ac oben, bd unten einander näher gerückt sind. Das Volumen der dann zwischen 1—2 und 3—4 gelegenen Massen muss jedoch nach der Faltung dasselbe sein, wie vorher.

Welchen Effect das haben muss, wollen wir an einem Beispiele zeigen, für das wir numerische Angaben machen können, nehmlich eben für unsere Alpen.

Wir können, da uns hier eine Reihe von Durchschnitten vorliegt, den Betrag der Zusammenschiebung aus der Länge und der Neigung der gefalteten oder zusammengebogenen Schichten berechnen. Heim hat dies in seinem Werke „der Mechanismus der Gebirgsbildung“ gethan und für den Zusammenschub der Centralalpen 120000 m angegeben. Es entspricht dies etwas mehr als $^2/_5$ der ursprünglichen Länge des von ihnen eingenommenen Meridianbogens. Wir wollen aber nur $^1/_3$ als Mittel zu Grunde legen, also annehmen, dass wo die Breite des Gebirges jetzt 20 Meilen beträgt, sie vor der Faltung 30 Meilen gemessen habe, wo sie jetzt 30 m ist, demnach früher 45 gewesen sei. Den Effect einer solchen Zusammenschiebung können wir dann leicht be-

rechnen, es ist aber auch gut, denselben sich zu veranschaulichen, wie dies unsere Fig. 5 Taf. II zu thun geeignet ist. Es stelle MM' die Höhe des Meeresspiegels vor, der zwischen beiden liegende 20 g. M. messende Durchschnitt giebt nun ein richtiges Bild von der Höhe des Gebirges, wobei die höchste Spitze zu 11400 Fuss (1/2 Meile) angenommen ist. Die Dicke der Erdrinde ist nur zu 10 g. M. angenommen. Unter dieser Voraussetzung ist das Volumen resp. der Flächeninhalt des Querschnittes der verdrängten Masse gleich $10 \times 10$, d. i. 100 g. Meilen. Dächten wir uns nun die aus ihrer ursprünglichen Lagerung verdrängte Masse als ein gleichschenkliges dreiseitiges Prisma über der Linie M—M' sich erhebend, so müsste die Höhe desselben genau 10 g. M. hoch sein; der Durchschnitt dieses dem Volumen nach der zusammengeschobenen Masse gleichen Prismas würde genau dem Dreieck MHM' entsprechen. Während wir also durch einen derartigen Zusammenschub die oberflächlichen Schichtensysteme zu einer ungeheueren Höhe aufgebauscht finden sollten, zeigen sich dieselben in Wirklichkeit nur zu einer dieser berechneten Höhe gegenüber verschwindenden Erhebung emporgedrängt. Ich glaube, ein Blick auf diese Figur, so wie auf jede, welche nur im richtigen Verhältnisse zu dem genaueren Durchschnitte der Oberfläche auch die Erdrinde in ihrer ganzen Dicke mit hinzunimmt, wird genügen, um sofort zu zeigen, wie wenig die wahren Verhältnisse der Oberfläche denjenigen entsprechen, welche wir nach jener Theorie finden möchten, welche die Erdrinde ihrer ganzen Dicke nach auch nur in dem von uns angenommenen Verhältnisse zur Erklärung der Faltung zusammengepresst annimmt.

Man könnte nun, soviel mir scheint, in zweifacher Weise dieser Schwierigkeit zu entgehen suchen. Einmal, indem man annähme, die ganze über dem jetzigen Gebirge fehlende Masse sei bereits durch die Atmosphärilien fort-

geschafft. Bei kurzer Ueberlegung möchte wohl aber Niemand diesen Weg zu betreten Lust haben. Alle Geologen stimmen darin überein, dass gerade die letzte stärkste Faltung nach Ablagerung des Eocens eingetreten sei. Nun ist es ja ganz klar, dass die Schichten dieser Abtheilung und die unmittelbar unter ihnen liegenden der Kreide und des Jura auch nach dem Zusammenschub noch an der Oberfläche sich finden mussten. Eine Abtragung dieser ungeheueren Erhebung MHM′ bis zu dem kleinen Rest, den das jetzige Gebirge ihr gegenüber bildet, hätte doch vor Allem diese jüngsten Gebilde spurlos wegnehmen müssen, das ist aber nicht der Fall. So gross wir auch den Betrag der Denudation annehmen mögen, für so bedeutend wird sie doch Niemand halten, dass sie seit dem Eocen eine das jetzige ganze Alpengebirge um etwa das 20fache an Volumen übertreffende Masse weggenommen und dabei noch bedeutende Reste von allen jüngeren Formationen zurückgelassen hätte.

Ein weiterer Ausweg wäre der, anzunehmen, dass die Zusammenziehung der Erdrinde die Massen nur zum kleinsten Theile nach oben, sondern vielmehr nach unten hin zum Ausweichen gebracht habe. Sehen wir zu, ob dies unter den Voraussetzungen, welche die Faltungstheorie macht und machen muss, möglich ist. Wir können auch hierbei wieder von zwei verschiedenen Annahmen ausgehen, indem wir entweder die machen: die nach unten ausweichenden Massen finden einen Hohlraum unter sich, in dem sie sich ausbreiten können, oder: sie finden keinen vor und müssen sich erst durch Verdrängung eines Theiles des flüssigen Erdinhaltes Raum schaffen.

Wir werden bei näherer Erwägung beide Annahmen als gleich unzulässig erkennen. Die Faltungstheorie setzt ja voraus, dass alle Theile der Erdrinde sich gegenseitig drücken und zwar mit einer solchen Intensität, dass sofort eine Biegung oder Zermalmung eintreten muss, wenn irgend

ein Theil seiner Unterstützung durch den Erdinhalt in Folge der Kontraktion desselben beraubt würde. Wir können daher nicht annehmen, dass irgendwo ein Hohlraum sich bilden könne, sobald einmal an irgend einer Stelle ein Stück der Erdrinde zersprengt war, denn dadurch war und ist ja die Möglichkeit und die Nothwendigkeit gegeben, dass die Rinde sich stets dem Kerne anschliesse, weil auch nicht einen Augenblick der Druck, den die Erdrinde factisch ausübt, von einem ununterstützten Stücke ertragen werden könnte. Das Vorhandensein von Hohlräumen unter der Rinde müssen wir daher als eine unstatthafte Annahme bezeichnen. Wenn daher die zermalmten Massen nach unten ausweichen sollen, müssen sie sich erst durch Verdrängung des flüssigen Erdinhaltes Platz schaffen. Dies wäre nur dann möglich, wenn der Widerstand, den dieser leistet, geringer wäre, als der Widerstand, der sich dem Ausweichen der Massen nach oben entgegensetzt. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Jene nach unten ausweichenden Massen müssten den Widerstand des flüssigen Erdinhaltes beseitigen, welcher unter dem Drucke der ganzen Erdschale steht, d. h. unter demselben Drucke, dem das fragliche Rindenstück sich als nicht gewachsen gezeigt hat, der es zum Ausweichen gebracht hat. Da nun ein Theil dieser Masse ja ohnedies nachweislich nach oben gedrängt wird, so müsse man dem — wenn auch grösseren Theile — zuschreiben, was schon das Ganze nicht leisten konnte, d. h. eine Ueberwindung desselben Widerstandes, dem es nicht widerstehen konnte und der es zum Ausweichen veranlasste. Und wie wunderbar, dass in allen bis jetzt bekannten Fällen trotz der verschiedensten Verhältnisse des Zusammenschubes immer die zu erwartende Auftreibung sich nur auf die obersten Schichten beschränkt haben soll, mit anderen Worten die Massen immer fast ausschliesslich nach unten ausgewichen sein sollen. Denn das kann man ja an allen Durchschnitten durch unsere Gebirge sehr deutlich er-

kennen, dass sie nicht dem Bilde gleichen, das wir sehen müssten, wenn auch nur ein Theil der tieferen Massen nach der einzig freien Seite, nach oben hin gedrängt worden wären. Denn auch die keilförmige Form, welche die Stücke der Erdrinde haben müssen, wenn sie sich gegenseitig stützen und pressen sollen, gestattet ja nur ein Ausweichen nach oben, nicht nach unten.

Und hier möchten wir nochmals daran erinnern, dass eben dieses Fundament dieser ganzen Theorie nichts weniger als sicher ist, ja mit einer Reihe von Erscheinungen nicht zu vereinbaren ist. Zunächst, wie dies schon oben angedeutet wurde, sind es die Senkungen einzelner Theile der Erdrinde. Ein einfaches vertikales Hinabsinken eines Stückes ist ja nur dann möglich, wenn dasselbe nicht keilförmig von oben nach unten schmäler wird, sondern eine Form hat, die ein Hinabsinken gestattet, etwa wie das Stück ef — gh Taf. II Fig. 3. Damit ist aber die ganze Gewölbetheorie sofort hinfällig. Die nächste Folge eines solchen Sinkens muss die sein, dass die Spannung, welche die Gewölbetheorie annimmt und annehmen muss, in doppelter Weise beseitigt wird, einmal indem, wenn ein solches Stück sinkt, die benachbarten sofort mehr Raum bekommen, dann aber auch dadurch, dass wenn dieses Stück durch seine Schwere in den flüssigen Erdinhalt etwas einsinkt, das Niveau desselben steigen muss, der Radius desselben also ein grösserer wird. Ist das Gewicht des sinkenden Stückes ein sehr grosses, bei gleicher Basis grösser als das irgend eines anderen Rindenstückes, so wird dieses den hydrostatischen Gesetzen gemäss aufsteigen. Durch die Senkungen und Hebungen werden so am einfachsten die Ungleichheiten wieder ausgeglichen, welche durch die Abkühlung im Verhältnisse zwischen dem Radius des flüssigen Erdkernes und dem der Rinde erzeugt werden. Wir können auf diese Weise die rein vertikalen als Senkungen und Hebungen auf-

tretenden Bewegungen sehr leicht erklären. Allerdings müssen wir dann auf die lateralen Bewegungen verzichten, und wo sie sich zeigen, uns nach einer anderen Erklärung umsehen, als die, welche aus der Schrumpfungstheorie auch diese seitlichen Bewegungen ableiten will.

Faltungen und Senkungen bilden so für die Theorie eine Scylla und Charybdis. Es wird eines geschickten Steuermannes bedürfen, beide gleich gut zu vermeiden.

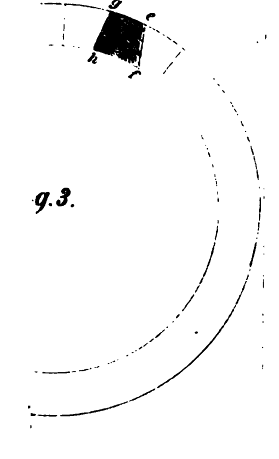
Taf. II.

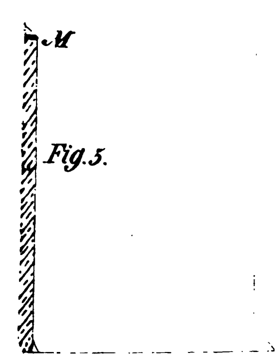








tretenden
müssen wi
und wo si
umsehen,
diese seitlic
Faltun
eine Scylla
Steuermann

Taf. II.

Lech

N

S

Taurnberg

Zwiesel Berg

Ammer Wald

Zwergberg

Seewand

Thaneller

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Herr K. A. Zittel hält einen Vortrag:

„Bemerkungen über einige fossile Lepaditen aus dem lithographischen Schiefer und der oberen Kreide."

Fossile Lepaditen gehören in jurassischen Ablagerungen noch immer zu den Seltenheiten. Als Darwin[1]) seine grundlegenden Monographieen über die fossilen Cirripedien veröffentlichte, kannte er nur 3 gestielte jurassische Arten aus der Gattung Pollicipes und zwar P. ooliticus Buckm. aus den Stonesfield-Schiefern, P. concinnus und planulatus Morris aus dem Ornatenthon von Christian Malford in Wiltshire. Dieselben galten im Jahre 1851 überhaupt für die ältesten, sicher bestimmbaren Vertreter der Cirripeden. Zehn Jahre später wies jedoch Ch. Moore[2]) das Tergum eines kleinen Pollicipes (P. Raeticus) in rhätischen Schichten von Somerset nach und bald darauf erwähnte F. A. Reuss,[3]) dass J. Barrande schon seit 1846 Ueberreste eines untersilurischen Krusters (Plumulites) kenne, der die Merkmale eines ächten Lepaditen an sich trage. Ganz ähnliche, nur besser erhaltene Exemplare der Gattung Plumulites beschrieb H. Woodward[4]) aus dem obersilurischen Kalkstein von Wenlock,

1) A. Monograph of the fossil Lepaditae and Balanidae of Britain Palaeontographical Society. 1851 und 1854.

2) Quarterly journal geol. Soc. London 1861. vol. XVII. S. 512.

3) Sitzgsber. k. k. Ak. Wissensch. Wien, math.-phys. Cl. 1864. Bd. XLIX.

4) Quart. journ. geol. Soc. London 1865. XXI. S. 486 pl. XIV. fig. 1—6.

nannte dieselben aber, unbekannt mit den Barrande'schen Funden, Turrilepas Wrightii. Die Gattung Plumulites (Turrilepas) ist seitdem auch in untersilurischen und devonischen Ablagerungen Nord-Amerika's nachgewiesen worden.[5] Leider ist jedoch der Erhaltungszustand dieser Reste nicht derart, dass sie einen genauen Vergleich mit jüngeren Lepaditen gestatteten, namentlich herrscht über die zum Capitulum gehörigen Schalen Ungewissheit. Während Woodward wohl mit Recht nur die dreieckigen Klappen der obersten Reihe zum Capitulum rechnet und die übrigen als Stieltäfelchen ansieht; glaubt Barrande in dem ganzen getäfelten Körper das Homologon eines Lepaditen-Capitulums erkennen zu dürfen.

Von Barrande[6]) wurde später noch eine zweite untersilurische Lepaditen-Gattung (Anatifopsis) von allerdings höchst problematischer Natur beschrieben. Die jüngeren paläozoischen Ablagerungen haben bis jetzt keine Reste geliefert, die sich mit Sicherheit auf Cirripeden zurückführen liessen; wohl aber hat sich die spärliche Zahl der jurassischen Formen neuerdings um einige vermehrt. So liess Oppel[7]) die vollständige Schale eines Pollicipes Redtenbacheri aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen abbilden; Loriol[8]) beschrieb 1866 das Scutum und später[9]) die Carina eines Pollicipes, welcher den Namen P. suprajurensis erhielt. Von

---

5) Clarke J. M. Cirriped Crustacean from the Devonian. Amer. Journ. of Sciences and arts. 3th Ser. vol. XXIV. 1882.

6) Système Silurien du Centre de la Bohème. vol. I. Supplém. p. 577.

7) Palaeontolog. Mittheilungen aus dem Museum des k. bayer. Staates. München 1862. Bd. I. S. 116. taf. 38 fig. 6.

8) Loriol et Pellat, Monographie de l'étage Portlandien de Boulogne-sur-mer. 1866. p. 5. pl. II. fig. 2.

9) Loriol et Pellat, Monographie paléont. et géolog. des étages supér. de la formation jurassique des environs de Boulogne 1874. p. 9 pl. I. fig. 1.

einer anderen oberjurassischen Art aus weissem Kalkstein von Ebenwies bei Regensburg bildete Quenstedt[10]) zwei Platten des Capitulums (carina und tergum) ab und weitere Reste derselben Art, für welche v. Ammon[11]) den Namen P. Quenstedti vorgeschlagen, finden sich in Schlosser's Monographie des Kelheimer Diceraskalk[12]) dargestellt. Schliesslich wäre noch Pollicipes Royeri Loriol[13]) zu erwähnen, wovon eine ganze Gruppe prachtvoll erhaltener Exemplare im Portland Mergel von Cirey (Haute Marne) durch Herrn Royer entdeckt wurde.

Wie man sieht, wurden bisher sämmtliche jurassische Lepaditen zu Pollicipes gerechnet. Die entscheidenden Merkmale dieser Gattung beruhen nach Darwin in der grossen Anzahl der Platten des Capitulum, das stets an seiner Basis mit einem oder zwei Kränzen von Lateraltafeln umgeben ist, ferner in der subtrigonalen Gestalt der Scuta, deren Tergalrand zwar mehr oder weniger convex vorspringt, jedoch niemals, wie bei Scalpellum einen Winkel bildet. Minder constante Form zeigt die Carina, welche übrigens nach unten viel rascher an Breite zunimmt, als bei Scalpellum und niemals eine von den Seiten durch Kanten geschiedene Rückenfläche (tectum) besitzt. Die Terga stimmen bei beiden Gattungen ziemlich überein. Prüft man die jurassischen Lepaditen auf die entscheidenden Merkmale, so erweist sich P. concinnus, von dem eine Anzahl completer Exemplare bekannt

---

10) Handbuch der Petrefaktenkunde. 1. Aufl. Tübingen 1852. S. 304. taf. 21. fig. 14. 15.

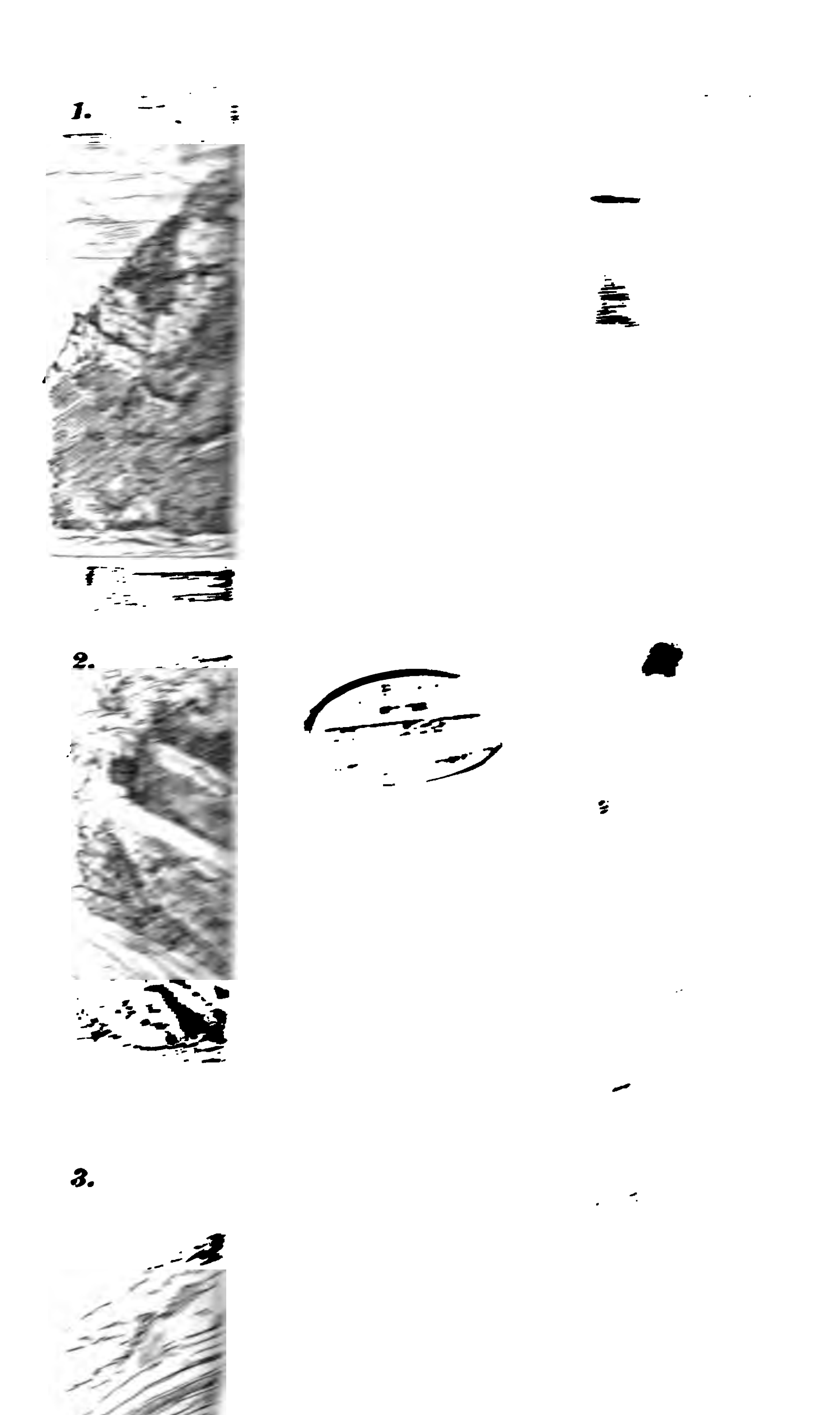
11) Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Passau. München 1875. S. 24.

12) Palaeontographica von Dunker und Zittel. Bd. XXVIII. taf. VIII. fig. 8—11.

13) Loriol, Royer et Tombeck, Description géologique et paléontologique des étages jurass. supér. de la Haute Marne. Mem. Soc. Linnéenne de Normandie 1872. vol. XVI. pl. III. fig. 1.

tretenden Bewegungen sehr leicht erklären. Allerdings müssen wir dann auf die lateralen Bewegungen verzichten, und wo sie sich zeigen, uns nach einer anderen Erklärung umsehen, als die, welche aus der Schrumpfungstheorie auch diese seitlichen Bewegungen ableiten will.

Faltungen und Senkungen bilden so für die Theorie eine Scylla und Charybdis. Es wird eines geschickten Steuermannes bedürfen, beide gleich gut zu vermeiden.



1.
2.
3.

sind, als ein ächter Pollicipes. Von P. planulatus Darwin liegt nur ein indifferentes Tergum vor, von P. ooliticus Buck. und P. suprajurensis Lor. kennt man Tergum und Carina. Letztere stimmt besser mit Pollicipes als mit Scalpellum.

Von den 3 noch übrigen Arten: P. Redtenbacheri Opp., P. Royeri Loriol und P. Quenstedti von Ammon sind, die drei wichtigsten Schalen des Capitulum (Scutum, Carina und Tergum), von den beiden ersteren auch das Rostrum und der Stiel bekannt. Obwohl die von Oppel veröffentlichte Abbildung von P. Redtenbacheri Missdeutungen hervorrufen kann, indem zufällige Bruchlinien den Anschein erwecken, als sei das Capitulum aus einer grossen Anzahl von Tafeln zusammengesetzt, so zeigt dieselbe doch die charakteristische Form des Scutum, welches sich sofort durch den geraden, in keiner Weise vorspringenden Tergalrand von der entsprechenden Schale bei Pollicipes unterscheidet. Noch deutlicher tritt diese Eigenthümlichkeit in der schönen Abbildung Loriol's von P. Royeri zu Tage, welche an Klarheit nichts zu wünschen lässt. Auch von P. Quenstedti besitzt das Münchener Museum ein wohlerhaltenes Scutum mit vollständig geradlinigem Tergalrand.

Erweckt schon die eigenthümliche Beschaffenheit des Scutums, dieser systematisch wichtigsten Platte bei den gestielten Cirripeden, Bedenken an der Zugehörigkeit der drei genannten Arten zu Pollicipes, so wird die Vermuthung, dass es sich hier um eine besondere Gattung handelt, zur Gewissheit, sobald man die Abbildungen von Oppel und Loriol, denen ich weiter unten einige andere beifüge, einer genauern Prüfung unterzieht. Schon ein flüchtiger Blick zeigt, dass die charakteristischen Lateraltäfelchen, welche bei Pollicipes die Basis des Capitulums umkränzen, vollständig fehlen und dass auch der Stiel mit so ungewöhnlich grossen Kalkschuppen belegt ist, dass Loriol geneigt war, die oberste Stielschuppenreihe von P. Royeri als Lateralia zu deuten. Bei

P. Redtenbacheri ist die Trennung des Capitulum vom Stiel so klar, dass ein Zweifel über die Abgrenzung der Stieltäfelchen nicht aufkommen kann.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass im oberen Jura neben Pollicipes eine zweite Gattung derselben Familie existirte, welche sich durch geringe Zahl der Capitulumschalen, und insbesondere durch das Fehlen der Lateralia, durch eigenthümliche Gestalt der Scuta, sowie durch den mit grossen Kalkschuppen besetzten Stiel auszeichnete. Es liegt hier offenbar ein einfacherer, minder specialisirter Typus vor, den man als Vorläufer von Pollicipes ansehen müsste, wenn nicht eine ächte Pollicipes-Art im Jura durch Morris und Darwin constatirt wäre. Ich bezeichne diesen einfacheren Typus als Archaeolepas. Mit den Gattungen Lepas und Poecilasma stimmt derselbe zwar in der geringen Anzahl und in der Anordnung der Capitulum-Schalen überein, allein an eine nähere Verwandtschaft mit denselben ist darum doch nicht zu denken, da die Wachsthumslinien der Schalen bei Archaeolepas ganz mit Pollicipes übereinstimmen, nicht aber mit Lepas und Poecilasma, die überhaupt einem anderen Zweig der Lepaditen angehören.

Die neue Gattung lässt sich folgendermassen charakterisiren:

### Archaeolepas gen. nov.

Capitulum aus 8 Platten zusammengesetzt. Scuta dreieckig, etwas gewölbt, Schliessrand derselben schwach gebogen, Tergalrand gerade oder sogar etwas concav, niemals winkelig vorspringend. Terga trapezoidisch, die Zuwachslinien nach unten gerichtet. Carina aussen gerundet, quer gestreift, das freie obere Ende zugespitzt. Rostrum nur halb so lang als die Carina. Lateralia fehlen.

Stiel auf beiden Hauptseiten mit 4—6 verticalen Reihen Kalkschuppen von quer verlängerter Gestalt und ausserdem auf den schmalen Seiten mit je 2 Schuppenreihen besetzt. Die Stieltäfelchen sind gleichzeitig in Querreihen angeordnet.

Vorkommen. Im oberen Jura. 3 Arten.

1. Archaeolepas Redtenbacheri. Opp. sp.

1862 Pollicipes Redtenbacheri Opp. Palaeontolog. Mittheilungen aus dem Museum des k. b. Staates. S. 116. taf. 38. fig. 6.

1867 Pollicipes Redtenbacheri Opp. in Quenst. Handb. der Petrefaktenk. II. Aufl. S. 363.







Fig. 1a, b.
Archaeolepas Redtenbacheri Opp. sp. Ob. Jura (lithographischer Schiefer) von Kelheim, Bayern. 2 Exemplare in nat. Grösse. C Carina, T Tergum, P Stiel, S Scutum, R Rostrum.

Capitulum subtrigonal, sämmtliche Schalen mit sehr feinen Zuwachsstreifen verziert. Carina und Rostrum von übereinstimmender Form, letzteres beträchtlich kleiner als die carina. Stiel seitlich mit 4 Verticalreihen von quer verlängerten Täfelchen, nach unten verschmälert.

Dimensionen:

| | |
|---|---|
| Höhe des Capitulum | 9—14 mm |
| Breite „ „ | 9—15 mm |
| Länge des Stieles | 7—10 mm |
| Grösste Breite des Stieles | 9—14 mm |

Die beiden Hauptplatten des Capitulum sind Scutum und Tergum; dieselben grenzen fast geradlinig aneinander, indem ihre Commissur in schräger Richtung vom Ventralrand nach dem Oberrand des Stieles verläuft.

Das Scutum ist dreieckig, etwas höher als breit, schwach gewölbt, mit etwas gegen das Tergum gekrümmter Spitze, fast glatt oder nur mit sehr feinen, dem geraden Basalrand parallelen Zuwachslinien versehen. Der Tergalrand ist fast gerade oder sogar etwas concav, der Schliessrand schwach convex.

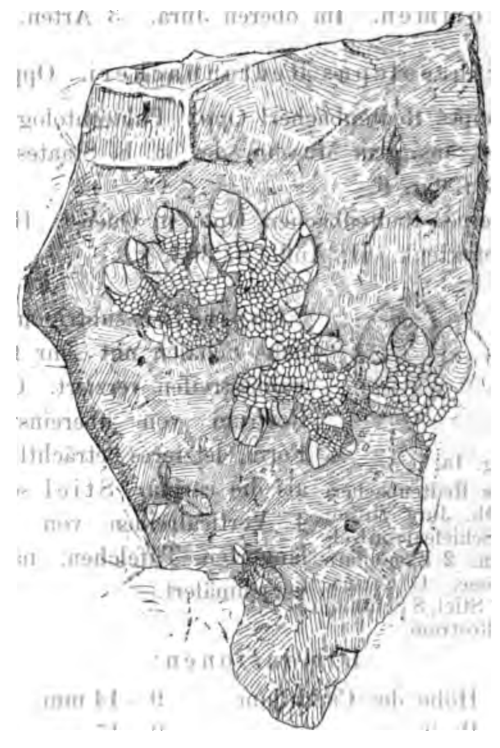


Fig. 2.
Archaeolepas Redtenbacheri Opp. sp.
Gruppe von jungen Exemplaren auf dem Abdruck einer Alge (?) befestigt. Lithographischer Schiefer von Kelheim.

Tergum von trapezoidischer Form, jedoch an der Basis des Capitulums abgestutzt und dadurch fünfseitig;

Schliessrand kurz, fast gerade; Carinalrand durch ein abgestumpftes Eck in zwei nahezu gleich lange Seiten getheilt, wovon die untere der Carina entlang läuft; Scutalrand fast gerade, Basalrand kurz. Eine eigentliche Kante oder ein Kiel fehlt, wohl aber bezeichnen zwei vom Apex nach den Basalecken verlaufende divergirende Linien die Umbiegungsstellen der Zuwachslinien.

Carina klein, nicht ganz bis zur halben Höhe des Tergums reichend, zugespitzt, gekrümmt, gegen unten mässig erweitert, aussen gerundet, mit gerader Basis.

Rostrum der Carina ähnlich, jedoch nur halb so lang.

Stiel am oberen Ende von gleicher Breite, wie das Capitulum; gegen unten sich verschmälernd. Die Kalkschuppen stehen in Längs- und Querreihen und liegen dachziegelartig übereinander; sie sind etwas querverlängert und quergestreift; ihr oberer freier Rand ist convex gebogen; die Täfelchen der obersten Reihe sind schmäler als die übrigen.

Von den 3 vorliegenden isolirten Exemplaren stammt das grösste, bereits von Oppel abgebildete, aus Solenhofen; die zwei anderen aus Kelheim. Letzterer Fundort hat auch die prächtige Gruppe (Fig. 2) geliefert, welche aus mehr als 30 nicht ganz ausgewachsenen Individuen von sehr verschiedener Grösse zusammengesetzt ist. Nach Oppel kommt diese Art auch im oberen Juraschiefer von Nusplingen in Württemberg vor.

2) Archaeolepas Royeri Lor. sp.

1878. Pollicipes Royeri Lor. l. c. S. 23.

Diese von Loriol abgebildete kleine Art aus dem Portlandien der Haute Marne unterscheidet sich, abgesehen von der beträchtlichen Grössendifferenz, durch das mit leichter Kante versehene Scutum, durch das an der Basis erheblich breitere Tergum und durch die grossen, in geringerer Zahl vorhandenen, weniger regelmässig angeordneten Schuppen des

Stieles. P. de Loriol hat die oberste Reihe der Stielschuppen als Lateralplatten zum Capitulum gerechnet; die schön erhaltenen Exemplare aus dem lithographischen Schiefer zeigen jedoch deutlich, dass es im oberen Jura Lepaditen ohne Lateralia gab und diesen glaube ich auch P. Royeri zuzählen zu dürfen.

3. Archaeolepas Quenstedti v. Ammon sp.

1852. Pollicipes Quenst. Handb. der Petrefaktenkunde 1. Aufl. S. 304. taf. 21. fig. 14. 15.

1875. Pollicipes Quenstedti v. Ammon. Die Jura-Ablagerungen zwischen Regensburg und Passau. S. 24.

1882. Pollicipes Quenstedti Schlosser. Palaeontographica. S. 60. taf. VIII. fig. 8--11.

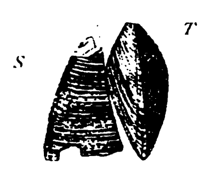



Fig. 3
Archaeolepas Quenstedti v. Ammon aus dem oberen Jurakalk von Ebenwies bei Regensburg (nat. Gr.). S Scutum, T Tergum. (Letzteres ist am Original nur im Abdruck vorhanden, wurde daher nach einem anderen Exemplar ergänzt.

Isolirte Carinae und Terga dieser Art finden sich nicht selten bei Ebenwies unfern Kelheim und sind auch bereits von Quenstedt beschrieben. Die Carina ist ziemlich gross, dickschalig, gewölbt und quergestreift; das Tergum trapezoidisch mit einer scharfen Diagonalkante vom Apex zum Basaleck und auf der Oberfläche kräftig gestreift. Die erhabenen Streifen sind an der Kante umgeknickt. Vom Scutum liegt mir nur das einzige bereits von Schlosser (l. c. fig. 10) abgebildete Exemplar vor; dasselbe zeichnet sich durch seine dreieckige Gestalt, durch den geraden Tergalrand und durch die starken horizontalen Querstreifen auf der Oberfläche aus. Es liegt neben dem Abdruck des zugehörigen Tergums, das in der Schlosser'schen Abbildung unrichtig dargestellt ist.

Loricula Sowerby.

Von dieser seltenen Cirripeden-Gattung war bis zum Jahre 1878 nur ein einziges von G. B. Sowerby[14]) und später von Darwin[15]) abgebildetes Exemplar aus dem „Lower Chalk“ von Cuxton bei Rochester bekannt. Dasselbe zeigt vom Capitulum nur 3 Schalen, welche Darwin als Scutum und 1. und 2. Laterale deutete, dagegen ist der getäfelte Stiel vollständig erhalten. Darwin hat nach diesem Stück eine Restauration des Capitulum versucht und in der idealen Figur (l. c. taf. V. fig. 4) den vorhandenen Schalen noch ein dreieckiges tergum, eine Carina und ein rostrum beigefügt.

Dass Darwins Deutung der drei beobachteten Schalen vollkommen richtig war, wurde durch den Fund eines zweiten Exemplars derselben Gattung aus den Kreide-Ablagerungen des Libanon, welches W. Dames[16]) unter dem Namen L. Syriaca beschrieb, bestätigt. Auch die Restauration erwies sich in den wesentlichsten Punkten als richtig. Es gelang Dames eine schmale, aber fast bis zum Apex reichende Carina, sowie ein hochgewölbtes zwischen die beiden Lateralia eingeschaltetes Tergum nachzuweisen. Ueber das Rostrum gab das vortrefflich erhaltene, jedoch nur 7,5 mm lange Exemplar aus dem Libanon keinen Aufschluss.

Ein drittes Exemplar der Gattung Loricula befindet sich im hiesigen paläontologischen Museum. Es war ursprünglich, wie die beiden anderen, mit dem Stiel auf einem Ammoniten aufgewachsen und stammt aus dem oberen Kreidemergel (Senonien) von Dülmen in Westfalen. Das Capitulum ist fast vollständig, indem nur die Carina fehlt und ebenso ist

14) Annals and Magazine of natural history 1843. vol. XII. p. 260.

15) Monograph of the fossil Lepadidae or pedunculated Cirripedes of Great Britain. Palaeontographical Society 1851. p. 51. taf. V.

16) Sitzungsber. der Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin. 1878. S. 70.

der Stiel mit Ausnahme des Carinalrandes überliefert. Das Stück misst vom Apex bis zur Basis des Stieles 20 mm und besass offenbar eine grösste Breite von 13—14 mm. Bemerkenswerth ist die schiefe Linie, welche die Basis des Capitulums durch das Herabrücken des Scutums und der ersten Seitenplatte bildet. Sämmtliche Schalen des Capitulums und Stieles sind glatt und glänzend.

Das Scutum ist schief dreieckig, scharf zugespitzt, wenig gewölbt, die Spitze dem Tergum zugewendet. Der sehr schwach gebogene Schliessrand zeigt gegen unten einen verdickten äusserlichen Saum, welcher durch eine Furche begrenzt wird und stösst in spitzem Winkel mit dem Basalrand zusammen. Der sog. Tergolateralrand, welcher jedoch nur an das Laterale angrenzt und das Tergum gar nicht berührt, ist gerade.

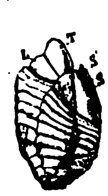


Fig. 4. Loricula laevissima Zittel. Ob. Kreide. Dülmen Westfalen (nat. Grösse).

Das flache glatte Tergum hat rhomboidische Form; sein unteres Ende wird vom 1. Laterale verdeckt. Der Apex ist stumpf; der Schliessrand fast geradlinig und dem unteren Schenkel des Carino-lateral-Randes parallel, welcher dem zweiten Laterale entlang läuft. Ein Kiel und eine deutliche Diagonallinie sind nicht vorhanden.

Die beiden Lateralia sind glatt, dreieckig, flach; ihre Spitzen divergiren. Die des ersten liegt an der Berührungsstelle von Scutum und Tergum, jene des zweiten vermuthlich an der Berührungsstelle von Tergum und Carina.

Das erste Laterale bildet ein ungleichseitiges Dreieck, dessen längste Seite an das Scutum grenzt; der Tergo-lateral-Rand scheint etwas gebogen zu sein und ist kürzer, als die beiden anderen.

Vom zweiten Laterale fehlt der an die Carina anstossende Theil; es hatte höchst wahrscheinlich die Form eines

rechtwinkeligen Dreiecks mit langer, dem Tergum folgender Hypothenuse.

Das Capitulum, wie überhaupt der ganze Körper ist seitlich stark zusammengedrückt, so dass die beiderseitigen Scuta und Terga nur durch einen schmalen Spalt von einander geschieden sind.

Obwohl der Rostralrand vollständig erhalten ist, zeigt sich doch keine Spur eines Rostrums. Dasselbe dürfte demnach der Gattung Loricula gefehlt haben.

Der Stiel ist etwas breiter als das Capitulum und verjüngt sich nur langsam gegen die Basis. Es sind die drei Täfelchenreihen der einen Hauptseite und eine Schuppenreihe der schmalen Rostralseite erhalten. Die 3 Verticalreihen bestehen aus je 11 Täfelchen, die wieder in Querreihen angeordnet sind. Das untere Ende des Stieles ist etwas beschädigt, doch dürften höchstens 2—3 Querreihen fehlen; die 3 obersten unter dem Capitulum gelegenen Querreihen bestehen aus den niedrigsten Täfelchen. Sämmtliche Täfelchen sind glatt, quer verlängert, die der Mittelreihe, welche das erste Laterale stützt, etwas länger, als die beiden seitlichen, wovon eine unter dem Scutum, die andere unter dem zweiten Laterale liegt. In Folge der schrägen Basis des Capitulum ist die Scutalreihe des Stieles erheblich kürzer, als die übrigen; ihre Täfelchen sind stärker über einander geschoben und niedriger, als die der beiden anderen Reihen. Sowohl der Oberrand als auch die schmalen Seitenränder der Stieltäfelchen sind gerade; nur die Ecken zeigen eine Abrundung. Von den Schuppen der Rostralseite sind einige von dreieckiger Form erhalten. Ihre Spitze richtet sich nach oben.

Die soeben beschriebene Form aus Dülmen stimmt weder mit L. pulchella Sow. noch mit L. Syriaca Dames überein. Sie gehört einer neuen Art an, welcher ich den Namen

Loricula laevissima

beilege. Dieselbe steht L. pulchella nahe, unterscheidet sich jedoch durch etwas geringere Grösse, durch die schiefe Basis des Capitulum, durch die weit schiefere Gestalt des Scutum und der beiden Lateralia, sowie durch die abweichende Täfelung des Stieles. Bei L. laevissima sind die Täfelchen der Scutalreihe niedriger und schmäler als jene der beiden anderen Reihen; die oberen Ränder sämmtlicher Schuppen sind geradlinig, nicht gebogen und die Seitenränder nicht zugespitzt. Auch die Zahl der die Verticalreihen zusammensetzender Schuppen ist bei L. laevissima erheblich kleiner als bei L. pulchella.

Loricula Syriaca[17])

erreicht nur 1/3 der Länge von L. laevissima und unterscheidet sich sofort durch ihre höckerige, in der Mitte hochgewölbte Form von den 2 anderen Arten. Das Tergum ist massiv, stark gewölbt, das 2. Laterale verhältnissmässig kleiner, Scutum und 1. Laterale viel weniger schief. Die Schuppen des Stieles sind zahlreicher, an den Seitenrändern zugespitzt und am Oberrand gebogen.

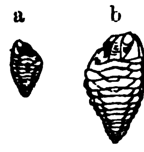



Fig. 5. Loricula Syriaca Dames. Cenoman. Libanon. a) nat. Grösse, b) dasselbe Exemplar (nicht durch den Spiegel gezeichnet) in doppelter nat. Grösse. (Das Orig.-Exemplar im geolog. Universitätsmuseum von Berlin.)

Darwin vermuthete, dass sich Loricula einseitig mit dem unteren Theile des Stieles befestigte. Diese Annahme wird durch L. Syriaca und laevissima bestätigt, indem beide mit der gleichen Seite auf Ammonitenschalen sitzen und sich offenbar schwimmende Cephalopoden mit Vorliebe als Wohnort aufsuchten.

17) Durch die Zuvorkommenheit des Herrn Prof. W. Dames bin ich in der Lage, das Original-Exemplar der L. Syriaca mit unserer neuen Art zu vergleichen und abbilden zu lassen.

Sitzung vom 6. Dezember 1884.

Herr K. Haushofer hielt einen Vortrag über:

„Mikroskopische Reactionen".

Im Verlauf der Untersuchungen über die mikroskopischen Formen kystallinischer Niederschläge und schwerlöslicher Salze habe ich einige Verbindungen studirt, die wegen der Stetigkeit ihrer Krystallformen und wegen der Einfachheit, mit welcher sie herzustellen sind, sich für mikroskopische Reactionen besonders empfehlen lassen.

## 1. Baryum.

Bekanntlich gründet sich eine vortreffliche mikroskopische Reaction für Baryum auf den Umstand, dass das Baryumsulfat, welches als Niederschlag selbst aus sehr weit verdünnten Lösungen nicht in Krystallen zu erhalten ist, sich in siedender concentrirter Schwefelsäure löst und bei der Abkühlung eines Tropfens dieser Lösung auf dem Objectglase in deutlichen, sehr charakteristischen Krystallen und Krystallskeletten abgeschieden wird. Vollkommen entwickelte Krystalle erscheinen als rectanguläre Tafeln, die Skelette lassen sich auf Formen zurückführen, die durch ein nach der Richtung der Diagonalen monströs beschleunigtes Wachsthum aus der rectangulären Tafel hervorgehen und vorzugsweise andreaskreuzförmige Gebilde darstellen. Durch Verkümmerung einzelner Glieder können sich drei- und zweiarmige Zerrformen dieser

Art bilden. Die Auslöschungsrichtungen derselben halbiren die Winkel zwischen den Armen des Kreuzes.

Damit unterscheidet sich das Baryumsulfat sehr gut von dem auf gleiche Weise zu erhaltenden Strontiumsulfat, dessen Formen auch in den Krystallskeletten stets auf eine r h o m b i s c h e Tafel zurückzuführen sind.

Ist jedoch Baryum n e b e n Strontium nachzuweisen, so gelingt diess nicht nach der angegebenen Methode. Gemenge, die aus gleichen Gewichtstheilen Baryum- und Strontiumsulfat bestehen, liefern dabei nur Krystalle von den Formen des Strontiumsulfates.

Um in solchen Fällen Baryum neben Strontium mikroskopisch nachzuweisen bleibt nichts übrig als die Gemenge mit Alkalicarbonat zu schmelzen, das Schmelzproduct so lange mit Wasser auszulaugen, bis das Waschwasser nicht mehr auf Schwefelsäure reagirt, den Rückstand mit Salzsäure oder Salpetersäure aufzunehmen und die sehr verdünnte Lösung der beiden Erden durch Kaliumchromat zu fällen. Bei allmähligem Zutritt des letzteren erhält man leicht das Baryumchromat in sehr charakteristischen Krystallformen, welche mit jenen des Sulfates grosse Aehnlichkeit besitzen, sich jedoch durch ihre blassgelbe Farbe auszeichnen. Das Strontium wird dabei nicht gefällt.

Ich ziehe diese Reaction der auf der Bildung von Kieselfluorbaryum beruhenden vor, weil dabei weder die Gegenwart anderer alkalischen Erden noch die der Alkalien stören kann.

### 2. Beryllium.

Der Nachweis von Beryllium ist bekanntlich neben Aluminium immer etwas misslich zu führen, besonders wenn man mit geringen Substanzmengen zu thun hat.

Eine Verbindung, welche für eine mikroskopische Reaction auf Beryllium geeignet ist, bildet das zuerst von

J. Thomsen[1]) beschriebene Berylliumplatinchlorid $BeCl_2 \cdot PtCl_4 + 8 H_2O$. Dasselbe krystallisirt tetragonal und erscheint stets in scharf entwickelten quadratischen und achtseitigen Tafeln, wenn man einen Tropfen einer Berylliumsalzlösung — am besten Chlorberyllium — mit etwas Platinchlorid versetzt und auf einem Objectglase verdunstet. Da das Salz zerfliesslich ist, muss die Verdunstung über Schwefelsäure vorgenommen werden.

Die natürlichen Berylliumverbindungen sind fast ausnahmslos sehr schwer zersetzbar und ich habe gefunden, dass das feine Pulver von Beryll selbst bei wiederholtem Abrauchen mit Flusswasserstoffsäure oder Fluorammonium und Salzsäure nur theilweise zerlegt wird. Ich ziehe es daher vor, das Pulver mit Natriumcarbonat zu schmelzen, das Schmelzproduct zuerst mit heissem Wasser, dann mit Salzsäure auszulaugen und die zuletzt gewonnene Lösung mit Platinchlorid zu verdunsten.

### 3. Chlor.

Die bekannte sehr empfindliche Reaction auf Chlor durch die Bildung von Chlorsilber ist in ihrer unmittelbaren Anwendung für die mikroskopische Analyse von geringem Werth, weil das Chlorsilber als Niederschlag nur amorph erscheint und in verdünnten Lösungen als flockige Masse auftritt, welche in gefärbten, durch suspendirte Kieselsäure, Eisenhydroxyd, Thonerdehydrat getrübten Flüssigkeiten leicht übersehen werden kann. Behrens, dem man die vorzügliche Methode des mikroskopischen Nachweises von Aluminium als Caesiumalaun verdankt, hat desshalb für den Nachweis von Chlor das Thalliumsulfat empfohlen[2]), welches in chlor-

1) Ber. d. D. chem. Ges. 7, 75.

2) Verslagen en Mededeelingen d. k. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. 1881 II. Reeks. Natuurkunde 17. Deel.

haltigen Lösungen einen durch seine Formen charakterisirten Niederschlag von Chlorthallium gibt.

Als ein einfacheres Verfahren kann ich folgendes empfehlen. Man fällt auf dem Objectglase durch Silbernitrat, fügt zu dem Tropfen starke Ammoniakflüssigkeit und lässt verdunsten. Dabei bilden sich sehr bald kleine aber in der Regel gut entwickelte tesserale Krystalle von Chlorsilber, durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet, vorherrschend das Hexaeder und Oktaeder, oft beide in Combination, seltener die Flächen des Rhombendodekaeders.

### 4. Chrom.

Gewöhnlich reicht die empfindliche Löthrohrreaction der Chromverbindungen aus um auch sehr geringe Mengen von Chrom noch zu erkennen. Charakteristische Mikrokrystalle bildet das Silberchromat, welches beim Zusatz von Silbernitrat zu neutralen oder schwach sauren Lösungen von chromsauren Salzen entsteht. Selbstverständlich ist die Gegenwart von anderen Stoffen, welche mit Silber unlösliche Salze bilden, wie Chlor, Phosphorsäure, Arsensäure etc. ausgeschlossen.

Die in der Natur vorkommenden Chromverbindungen, welche das Chrom meist als Oxyd enthalten, müssen vorher in lösliche Alkalichromate übergeführt werden. Die dafür gewöhnlich vorgeschriebene Operation des Schmelzens mit Salpeter und Soda führt sehr oft nicht zu brauchbaren Resultaten. Leichter und vollständiger erfolgt die Aufschliessung durch Schmelzen mit einem Gemenge aus gleichen Theilen Calciumoxyd, Kaliumsulfat und Kaliumcarbonat. Am bequemsten und schnellsten wird das Chrom im Chromit und in chromhaltigen Silicaten durch Schmelzen mit Fluorkalium in Kaliumchromat übergeführt. Man führt die Schmelzung am Platindraht in der Oxydationsflamme des Löthrohrs aus, löst das Schmelzproduct in einem Tropfen Wasser, säuert sehr wenig mit Salpetersäure an und fügt Silbernitrat zu.

Durch den Zusatz von Salpetersäure wird das in der Schmelzmasse vorhandene Kaliumcarbonat zerstört und der Bildung des gelblichweissen flockigen Silbercarbonates vorgebeugt.

Bei genügender Verdünnung der Lösungen tritt das Silberchromat in eigenthümlichen Krystallen auf, welche jede Verwechslung ausschliessen. Die einfachsten Formen sind kleine rhombische Täfelchen mit einem spitzen ebenen Winkel von beiläufig 72°. Durch Abstumpfung der stumpfen Ecken des Rhombus gehen symmetrisch sechsseitige, gewöhnlich in die Länge gezogene Lamellen hervor.




Fig. 1. **Silberchromat.**

Daneben finden sich kleine rectanguläre und quadratische Täfelchen, Stäbchen und sternförmige Gebilde; im Verlaufe der schwächer werdenden Reaction in der Randzone bilden sich x-förmige Durchkreuzungen, grosse doppeltgabelförmige und einfache, langgestreckte, beiderseits gezähnte Skelette. Die Krystalle erscheinen, namentlich die kleineren, oft schwarz und undurchsichtig; sind sie genügend dünn, dann zeigen sie im durchfallenden Lichte eine hyacinthrothe Farbe.

## 5. Lithium.

Obwohl die spektralanalytische Untersuchung hinreicht, um Spuren von Lithium nachzuweisen, kann es doch Fälle geben, in welchen eine mikroskopische Reaction erwünscht

wäre, namentlich wenn es sich darum handelt, Anhaltspunkte über die relativen Mengen von Lithium zu gewinnen. Behrens hat für den Nachweis des Lithiums das schwerlösliche Carbonat empfohlen[1]), welches aus neutralen, nicht zu sehr verdünnten Lithiumsalzlösungen durch Zusatz von Kaliumcarbonat gefällt wird.

Ich habe die mikroskopischen Krystallformen des ebenfalls schwerlöslichen Lithiumphosphates $Li_3PO_4 + H_2O$ untersucht und dieselben sogar noch constanter und leichter erkennbar gefunden als jene des Carbonates. Es sind vorherrschend kleine, an den Enden abgerundete, seltener gegabelte Prismen oder flache Krystallspindeln, welche zwischen gekreuzten Nicols parallel und rechtwinklig zur Längsaxe auslöschen. Sie bilden gewöhnlich sehr charakteristische kreuzförmige Durchwachsungszwillinge, welche durch weitere Aggregation zu mehrstrahligen Sternen und garbenförmigen Aggregaten werden.



Fig. 2. **Lithiumphosphat.**

Das Salz bildet sich, wenn man neutrale, nicht allzuweit verdünnte Lithiumlösungen mit Natriumphosphat versetzt und bis nahe zum Sieden erhitzt. Die Fällung lässt sich ebensogut auf dem Objectglase in einem Tropfen der Lösung vornehmen als im Probirkölbchen; auf dem Objectglase pflegen

1) A. a. O.

die Krystalle sogar grösser auszufallen. Man erwärmt dasselbe bis der Flüssigkeitstropfen zu rauchen beginnt. Die Krystalle erscheinen gewöhnlich zuerst am Rande des Tropfens und sind im allgemeinen sehr klein: man hat in den meisten Fällen Vergrösserungen von $\frac{500}{1}$ anzuwenden, um die Formen deutlich unterscheiden zu können.

Die besten Krystalle erhält man aus Lösungen, welche auf 100 ccm Wasser 1—2 g krystallisirtes Lithiumsulfat enthalten.

### 6. Magnesium.

In der Bildung des krystallisirten Magnesiumammoniumphospates besitzt man eine Reaction, welche allen Anforderungen an eine mikroskopische Methode entspricht und ebenso als Nachweis für Magnesium, wie für Ammonium und Phosphorsäure brauchbar ist. Für das Magnesium können jedoch auch die verschiedenen Sulfate desselben als mikroskopische Reactionen verwerthet werden, da man es bei der Zersetzung von Silicaten durch Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure zunächst mit Salzen der letzten Säure zu thun hat. Ich habe dieselben bezüglich ihrer Krystallformen eingehender Untersuchung unterzogen und folgendes gefunden.

Wenn man zersetzbare Magnesiumverbindungen z. B. Serpentin, Biotit, Chlorit, Meerschaum etc. mit concentrirter Schwefelsäure bis fast zur Trockniss abraucht, den noch feuchten Rückstand mit einigen Tropfen Wasser auszieht und die Lösung auf dem Objectglas im Exsiccator verdunsten lässt, bilden sich zuletzt kleine sechsseitige Tafeln von gleichen Basiswinkeln, welche, wenn sie einzeln ausgebildet sind und flach auf dem Objectglase liegen, zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Drehung dunkel bleiben, in anderen Stellungen jedoch lebhaft polarisiren. An den Rändern grösserer Krystalle lassen sich in der Regel die alternirenden Flächen eines Rhomboeders beobachten. Die Krystalle sind sehr zer-

fliesslich und lösen sich wenige Minuten nachdem sie aus dem Exsiccator genommen sind, wieder auf. Bei Zusatz von Wasser, Ammoniak und Natriumammoniumphosphat liefern sie die bekannten Formen des Magnesiumammonium-Phosphates.

Die Reaction ist, obwohl sie des Verdunstens wegen einige Zeit in Anspruch nimmt, nicht unbequem und als controlirender Versuch, während man einen Tropfen der Lösung nach dem gewöhnlichen Verfahren prüft, leicht auszuführen. Die Zerfliesslichkeit der Krystalle schliesst Verwechslungen mit anderen Verbindungen von ähnlichen Formen aus.

Die Krystalle gehören nicht der hexagonalen Modification des Magnesiumsulfates mit 7 Mol. Wasser sondern dem zuerst von Schiff[1]) untersuchten sauren Salze $Mg H_2 (SO_4)_2$ an. Nach Schiff's Angabe krystallisirt letzteres in verschobenen sechsseitigen Blättchen.

Wenn man zersetzbare Magnesiumverbindungen mit concentrirter Schwefelsäure bis zum Kochen derselben erhitzt und, ohne weiter abzurauchen, einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglas im Exsiccator erkalten lässt, findet man nach einigen Minuten in der Flüssigkeit eine grosse Anzahl von glänzenden prismatischen Krystallen mit schiefliegenden Endflächen, welche dem übersauren Salz $Mg SO_4 \cdot 3 H_2 SO_4$ angehören. Dasselbe wurde ohne genauere Angaben über seine Formen zuerst von Schultz beschrieben[2]). Der spitze ebene Winkel der Prismenflächen beträgt beiläufig 50°; eine Auslöschungsrichtung auf dieser Fläche schneidet die Prismenkante unter c. 16°.

Auch diese Krystalle besitzen viel charakteristisches und lassen sich für den Nachweis des Magnesiums verwerthen.

1) Ann. Pharm. 106, 115.
2) Jahr. Ber. 1868, 153.

Sie sind ebenfalls zerfliesslich, jedoch nicht in dem Grade wie das saure Salz.

Es ist zu bemerken, dass auch Kalkerde, Calciumsulfat etc. von siedender concentrirter Schwefelsäure in beträchtlicher Menge aufgelöst wird. Lässt man einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglase bei Luftzutritt erkalten, so scheidet sich bald eine grosse Menge langprismatischer, oft zu garbenförmigen Aggregaten verbundener Krystalle ab, welche parallel der Prismenaxe auslöschen und desshalb mit dem übersauren Magnesiumsalz nicht zu verwechseln sind. Sie gehören dem Salze $Ca\,SO_4$ (Anhydrit) an.

Es scheint übrigens noch ein anderes, zwischen den beiden ersten stehendes saures Magnesiumsulfat zu geben. Wenn man entwässertes Bittersalz bis zur Sättigung in kochender concentrirter Schwefelsäure auflöst und einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglase über Schwefelsäure erkalten lässt, so zeigen sich zuerst die Krystalle des übersauren Salzes; nach einiger Zeit bilden sich neben ihnen kleine aber scharf ausgebildete Krystalle von rhombischem Habitus, welche sich als die Combination $P \,.\, oP \,.\, m\breve{P}\infty$ deuten lassen; der stumpfe Basiswinkel der Krystalle misst beiläufig 96°, die Auslöschungsrichtungen liegen den Symmetrieebenen parallel; daneben einfachere Täfelchen von rhombischen Umrissen. Auch diese Krystalle lösen sich allmählig wieder auf, dabei kommen schliesslich einzelne sechsseitige Tafeln des sauren Salzes zur Erscheinung, welche aber ebenfalls in dem Masse, als der Tropfen Wasser aus der Luft anzieht, wieder verschwinden.

### 7. Molybdän.

Ein mikroskopischer Nachweis für Molybdän gründet sich auf die Bildung des schwerlöslichen phosphormolybdänsauren Kaliums, welches stets in abgerundeten Oktaedern, Hexaedern und Rhombendodekaedern, oft auch in einfach-

brechenden kugligen Formen von gelber Farbe auftritt. Man schmilzt zu dem Zweck ein Körnchen der zu untersuchenden Verbindung mit dem 10fachen Volumen eines Gemenges aus gleichen Theilen Kaliumnitrat und Kaliumcarbonat (Schwefelmolybdän blos mit Kaliumnitrat), löst das Schmelzproduct in einem Tropfen Wasser auf dem Objectglase, säuert mit Salpetersäure an und fügt eine sehr kleine Menge Natriumphosphat hinzu. War nur wenig der Molybdänverbindung angewendet, so ist es am besten, die Flüssigkeit nach Zusatz des Natriumphosphates auf dem Objectglase ganz eintrocknen zu lassen und hierauf die Krystallkruste wieder mit einem Tropfen Wasser zu befeuchten. Die schwerlöslichen Krystalle des phosphormolybdänsauren Kaliums bleiben dann zurück. Man hat sich zum Gelingen der Reaction wesentlich vor einem Ueberschuss von Natriumphosphat zu hüten, weil das phosphormolybdänsaure Kalium in Phosphaten etwas löslich ist.

## Titan.

Für solche Fälle, in welchen die gewöhnlichen Löthrohrreactionen auf Titan in Folge der Gegenwart anderer färbender Metalloxyde unsicher werden, glaube ich die Bildung von Titanfluorkalium $TiK_2F_6 + H_2O$ als mikroskopischen Nachweis empfehlen zu können. Dieses in kaltem Wasser schwerlösliche Doppelsalz (bei 14° löst sich beiläufig 1 Theil in 100 Wasser), welches monoklin krystallisirt und vermöge seiner optischen Eigenschaften mit dem unter ähnlichen Verhältnissen sich bildenden Kieselfluorkalium nicht verwechselt werden kann, lässt sich aus ganz geringen Mengen Rutil, Sphen etc. in folgender Weise darstellen. Man schmilzt das Pulver der Probe mit der etwa 10—15fachen Menge Fluorkalium am Platindraht und erhält dabei eine in der Hitze ganz klare Perle, die beim Erkalten gelblich emailweiss wird. Das Schmelzproduct lässt man in einem Platin-

schälchen mit einigen Tropfen Wasser zerfallen, entfernt die Lösung durch Decantiren und Absaugen vermittelst Filtrirpapier, löst den weissen Rückstand in einer eben zulänglichen Menge Fluorwasserstoffsäure, verdünnt mit Wasser und setzt in ganz kleinen Parthien wässriges Kali so lange hinzu, bis sich ein bleibender Niederschlag bildet ohne dass die Flüssigkeit alkalisch reagirt. Meistens besteht der Niederschlag schon aus gut erkennbaren Krystallen von Titanfluorkalium; sollte das nicht der Fall sein, so fügt man noch ein wenig Wasser hinzu, und erwärmt bis sich der Niederschlag ganz oder grösstentheils wieder gelöst hat [1]). In einem auf ein Objectglas gebrachten Tropfen der Lösung zeigen sich bei fortschreitender Verdunstung allmählig die äusserst dünnen und desshalb nur schwach polarisirenden Täfelchen des Titanfluorkaliums. Sie repräsentiren vorherrschend die Combination $oP \cdot \infty P$ und erscheinen, da der Prismenwinkel 91° 6′, der ebene Basiswinkel 90° 26′ misst, als annähernd quadratische und rectanguläre Blättchen, deren Ecken aber meistens durch die beiden verticalen Flächenpaare $\infty \bar{P} \infty$ und $\infty \breve{P} \infty$ abgestumpft sind. Man könnte sie desshalb für tesseral oder tetragonal halten; allein an einzelnen dickeren Lamellen lässt sich ihre, wenn auch schwache Doppelbrechung erkennen, besonders wenn die Blättchen aufrecht auf dem Objectglase stehen.

Wendet man Sphen oder Perowskit zu dem Versuche an, so erhält man neben den Krystallen des Titanfluorkaliums auch eine grössere Menge gekrümmter haarförmiger Krystalliten von starker Polarisation, welche vielleicht dem Calciumdoppelsalz angehören.

## Vanadium.

Das sparsame Vorkommen der Vanadinverbindungen kann eine mikroskopische Reaction auf Vanadinsäure wünschenswerth

1) Bei Anwendung von Sphen und Perowskit bleibt immer ein flockiger Rückstand von Fluorcalcium.

erscheinen lassen. Für diesen Zweck lässt sich die Herstellung krystallisirter Ammonium-, Kalium- und Thalliumsalze der Vanadinsäure nach folgendem Verfahren empfehlen.

a) Metavanadinsaures Ammonium. Zur Darstellung dieses in kaltem Wasser schwer löslichen Salzes aus den natürlichen Vanadinverbindungen schmilzt man die zu prüfende Substanz in der Platinschlinge oder auf einem Porzellanscherben mit der 10—15fachen Menge Kaliumnitrat, dem etwas Soda zugesetzt werden kann, vor dem Löthrohre in guter Hitze rasch zusammen, laugt das Schmelzproduct mit einigen Tropfen Wasser aus, bringt einen Tropfen der Lösung auf das Objectglas und legt in die Mitte desselben ein Kryställchen von Salmiak. Während sich letzteres auflöst, setzen sich viele kleine Krystalle von Ammoniummetavanadinat besonders an den Rändern des Tropfens ab. Die kleinsten sind gewöhnlich wetzsteinförmig mit zwei gewölbten und zwei parallelen ebenen Flächen. Grössere Krystalle erscheinen in ellyptischen Umrissen oder in der Form eines breiten Beiles. Die Auslöschungsrichtungen liegen den Symmetriebenen der Formen parallel; die Polarisationserscheinungen sind lebhaft. Löst man die Krystalle auf, indem man einen Tropfen Wasser zugibt und das Objectglas erwärmt, so krystallisirt beim Verdunsten ein Theil des Salzes in Krystallen von gelber Farbe und anderen Formen aus. [1])




Fig. 3. **Ammoniummetavanadinat.**

1) Der Unterschied in der Constitution der beiden Ammoniumvanadinate ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt.

b) Kaliumdivanadinat. Wenn man die, wie vorher angegeben, durch Schmelzen von Vanadinverbindungen mit Salpeter gewonnene Masse mit Wasser auslaugt, erhält man eine alkalisch reagirende Lösung, da beim Schmelzen vor dem Löthrohr ein Theil des Salpeters in Kaliumcarbonat sich umwandelt. Bei vorsichtiger Neutralisation derselben mit Salpetersäure nimmt sie eine selbst auf dem Objectglas deutlich zu erkennende gelbe Farbe an. Dabei bildet sich Kaliumdivanadinat $K_2O(V_2O_5)_2$. Lässt man den Tropfen auf dem Objectglase verdunsten, so erscheinen bald — vornehmlich in der Randzone — neben den farblosen Krystallen von Kaliumnitrat die dünnen aber scharf begränzten Täfelchen des Vanadinats, welches mit 4 Mol. Wasser krystallisirt. Sie sind durchsichtig, von gelber Farbe und lassen sich auf eine rhombische Basis mit einem spitzen ebenen Winkel von beiläufig 77° beziehen. Die stumpfen Ecken des Rhombus sind gewöhnlich abgestumpft, nicht selten auch die spitzen; manchmal walten die abstumpfenden Flächenpaare so sehr vor, dass quadratische oder rectanguläre Tafeln entstehen. Die Krystalle polarisiren lebhaft und löschen parallel den Diagonalen aus.

c) Thalliumvanadinat. Ein schwerlösliches, in seiner Zusammensetzung noch nicht näher untersuchtes[1]) aber durch seine Farbe und Krystallform gut charakterisirtes Thalliumvanadinat erhält man, wenn man zu einem Tropfen der wie vorher erhaltenen Lösung von Kaliumdivanadinat allmählig eine geringe Menge Thalliumsulfatlösung treten lässt. Der gelbe Niederschlag, welcher sich dabei bildet, besteht theils aus sehr feinem Krystallpulver, theils aus kleinen und grösseren Täfelchen von rhombischen Umrissen, welche im Habitus den Krystallen des Kaliumdivanadinates

1) Der Farbe und den Entstehungsbedingungen nach ist das Salz vielleicht Carnelly's Thalliumpyrovanadinat $Tl_4V_2O_7$. Vgl. Ann. Pharm. 166, 155.

ähnlich sind; der spitze ebene Winkel der Rhombenfläche von 68° unterscheidet sie genügend sicher vom Kaliumsalz. Sie polarisiren lebhaft und löschen nach den Diagonalen aus. Verwachsungen mehrerer Krystalle nach dem Brachypinakoid, unregelmässige Gruppirungen und Verzerrungen derselben nach der Makrodiagonale sind häufig.

Splitterchen Vanadinit von 2—3 mg Gewicht reichen aus um alle vorherbeschriebenen Reactionen mit sicherstem Erfolg durchführen zu lassen.

Ich habe auch die Vanadinate des Silbers bezüglich ihrer Brauchbarkeit zur mikroskopischen Analyse geprüft; sie stehen jedoch in Bezug auf die Stetigkeit ihrer Formen den vorherbeschriebenen Salzen weit nach.

## Wolfram.

Unter den zahlreichen gut krystallisirenden Verbindungen des Wolframs ist das wolframsaure Calcium verhältnissmässig am leichtesten zu erhalten und deshalb für eine mikroskopische Reaction auf Wolfram zu empfehlen. Dieses in Wasser unlösliche Salz bildet sich stets als weisser Niederschlag, wenn man zu einer Auflösung von normalem wolframsaurem Kalium eine Lösung von Chlorcalcium hinzufügt. Der Niederschlag ist bei genügender Verdünnung des Wolframsalzes krystallisirt und besteht aus sehr kleinen, würfelähnlichen, meist etwas gerundeten Körperchen, quadratischen Tafeln und beiderseits zugespitzten Prismen des tetragonalen Systems. Die Krystalle bleiben selbst bei Anwendung starker Verdünnungen sehr klein und erst bei mindestens 500facher Vergrösserung gut zu erkennen.

Aus sehr geringen Mengen der gewöhnlichsten Wolframverbindung, des Wolframits, lässt sich das Salz auf zweierlei Weise gewinnen. Beim Schmelzen des Pulvers mit Kaliumnitrat (auf einem Porcellanscherben oder in der Platinschlinge) erhält man ein durch mangansaures Kalium grüngefärbtes

Email, welches sich in einem Tropfen Wasser leicht unter Abscheidung flockiger Hydroxyde von Eisen und Mangan löst. Dabei wird die anfangs grünliche Lösung roth und endlich farblos. Man verdünnt sie ausreichend und fügt dann eine geringe Menge Chlorcalciumlösung hinzu.

Noch einfacher, aber in den Resultaten weniger befriedigend, gelangt man durch Schmelzen von Wolframit mit der 15—20 fachen Menge Chlorcalcium in der Platinschlinge zu dem Salze. Man laugt das Schmelzproduct mit heissem Wasser aus, dem eine geringe Menge Essigsäure zugesetzt ist und findet die tetragonalen Krystalle des Wolframates im ungelösten Rückstande.

Wolframsaure Salze behandelt man nach der ersten Methode mit Kaliumcarbonat, dem die Hälfte Kaliumnitrat zugesetzt wird.

---

Herr L. v. Seidel legt eine ihm von dem correspondirenden Mitgliede der Classe, Herrn J. Lüroth in Freiburg, übersandte Abhandlung vor:

„Ueber die kanonischen Perioden der Abel'schen Integrale"

welche in den Denkschriften Aufnahme finden wird.

---

Herr v. Jolly bespricht eine von dem correspondirenden Mitgliede Herrn E. Lommel in Erlangen eingeschickte Abhandlung:

„Beobachtungen über Fluorescenz".

## I. Didymglas.

Dass Didymglas roth fluorescirt, ist zwar im allgemeinen bekannt, doch finden sich nirgends genauere Angaben über diese Erscheinung. Da zudem die Frage von Interesse ist, ob diese Fluorescenz mit der charakteristischen Absorption des Didyms in Zusammenhang steht, so mag die Mittheilung folgender Beobachtungen gerechtfertigt erscheinen.

Dieselben wurden angestellt an einem Würfel von Didymglas, welcher im durchscheinenden Licht schwach grünliche Färbung zeigt.

Im Absorptionsspectrum des Didymglaswürfels lassen sich folgende dunkle Linien und Streifen erkennen:

1) 29,5 sehr schwache Linie;
2) 44 sehr schwache Linie;
3) 47 schwache schmale Linie;
4) 48—49 dickere graue Linie;
5) 50—51,5 dicke ganz schwarze Linie;
6) 53,5 schmale graue Linie;
7) 54—55,3 dicke ganz schwarze Linie;
8) 67—68 graue Linie;
9) 69,5 graue Linie;

10) 71,5 graue Linie:
11) 75,5—79 graues Band;
12) 91—94 graues Band;
13) 96—97 graues Band;
14) 115—123 schwaches graues Band.

Die Zahlen, welche die Lage der Streifen im Spectrum angeben, beziehen sich auf die gewöhnliche **Bunsen**'sche Spectroskopskala (D = 50). Die Zwischenräume zwischen den Linien (4) bis (7) und zwischen den Linien (8) bis (10) erscheinen verdunkelt, so dass die Gruppen 4—7 und 8—10 für den überschauenden Blick zu breiten Absorptionsbändern verschmelzen. Auch der Zwischenraum zwischen dem letzteren Band und dem Band (11) zeigt sich etwas verdunkelt, ebenso das ganze brechbarere Ende des Spectrums vom Theilstrich 90 an.

Durch weisses Sonnenlicht oder elektrisches Licht erregt strahlt das Didymglas hellrothes nicht sehr starkes Fluorescenzlicht aus. Im Spectrum desselben nimmt man vier helle durch dunkle Zwischenräume getrennte Streifen wahr, einen rothen (I) von 42—48 der Bunsen'schen Skala, und drei grüne, nämlich (II) von 55—67, (III) von 71—75, (IV) von 80—90, welche hinsichtlich ihrer Lichtstärke die Reihenfolge I, IV, II, III einhalten.

Es fällt sofort auf, dass die dunklen Zwischenräume zwischen den hellen Streifen mit den drei Absorptionsbändern 48—55,3; 67—71,5; 75,5—79 übereinstimmen. Dass sie in der That durch die Absorption entstanden sind, welche das Didymglas auf sein eigenes Fluorescenzlicht ausübt, beweist der Umstand, dass man bei hinreichender Stärke des erregenden Lichts in dem ersten dunklen Zwischenraum die beiden dunkelsten Linien des Didyms 50—51,5 und 54—55,3 deutlich erkennt. Die dunklen Bänder des Fluorescenzspectrums zeigen allerdings ein mehr nebeliges Aussehen als die entsprechenden Streifen des Absorptionsspectrums, was sich

aber leicht daraus erklärt, dass die von dem Lichtkegel im Innern des Würfels ausgehenden Strahlen des Fluorescenzlichts verschieden dicke Schichten Didymglas zu durchlaufen haben. In Uebereinstimmung hiemit nimmt das nebelige Aussehen zu, d. h. über die dunklen Zwischenräume breitet sich immer deutlicher ein Schleier von Fluorescenzlicht, wenn der Lichtkegel der Würfelfläche, durch welche man spektroskopisch beobachtet, näher rückt.

Um die erregende Wirksamkeit der verschiedenen Strahlengattungen zu ermitteln, genügt es nicht, das Spectrum auf der Oberfläche des Glaswürfels zu entwerfen; denn die Fluorescenz ist zu lichtschwach, um ein deutliches fluorescirendes Spectrum zu entwickeln. Man muss vielmehr die einzelnen Strahlenpartieen eines lichtstarken Spectrums, nachdem sie durch den Spalt eines Schirmes gedrungen sind, auf welchem man das Spectrum aufgefangen hat, durch eine Linse in dem Würfel concentriren, während man den fluorescirenden Lichtkegel von seitwärts spectroskopisch beobachtet.

Das Roth erweist sich völlig unwirksam. Dagegen findet ein Maximum der Wirkung statt im Gelb in der Nähe von D. Der Lichtkegel erscheint hier rein roth, und das Spectrum des Fluorescenzlichts besteht nur aus dem rothen Theil 42—48.

Dieses rothe Fluorescenzlicht ist, nach meiner Auffassung, als die zu dem Hauptabsorptionsgebiet des Didymglases (48 bis 55,3) gehörige Lichtemission anzusehen.

Das vordere Grün ist ganz unwirksam: Die erregende Wirkung beginnt erst wieder in der Mitte zwischen b und F, erreicht ein Maximum im Blau hinter F, und erstreckt sich mit abnehmender Stärke bis ins Ultraviolett.

Die Absorptionsgebiete 67—71,5 und 75,5—79 tragen hienach zur Erregung der Fluorescenz nicht merklich bei.

Der von den brechbareren Strahlen erregte fluorescirende Lichtkegel ist heller als der von den gelben Strahlen hervor-

gebrachte; seine Farbe ist nicht reines Roth, sondern zieht mehr ins Fleischfarbene, was sich leicht aus der Zusammensetzung seines Lichtes erklärt; das Fluorescenzspectrum besteht nämlich hier aus dem rothen und den drei grünen Streifen.

Die brechbareren Strahlen von b $^1/_2$ F an, welche neben dem rothen auch noch den grünen Theil des Fluorescenzspectrums hervorrufen, sind die nämlichen, welche das hellgrüne Fluorescenzlicht des gewöhnlichen Glases erregen, dessen Spectrum von 37—90 (Roth bis Blaugrün) reicht, stark aber nur im Grün (60—80) erscheint.

Lässt man das Fluorescenzlicht gewöhnlichen Glases durch Didymglas scheinen, so erhält man ein durch die Absorption des Didymglases in vier helle Streifen, einen rothen und drei grüne, zerschnittenes Spectrum, welches dem Fluorescenzspectrum des Didymglases selbst ganz ähnlich ist, nur dass der rothe Theil weit lichtschwächer auftritt.

Wir schliessen daraus, dass die grüne Partie im Fluorescenzspectrum des Didymglases dem gewöhnlichen Glase angehört, aus welchem ja der Würfel seiner Hauptmasse nach besteht, und dem das Didymsilicat nur in geringer Menge beigemischt ist. Durch die Absorption, welche letzteres auf dieses Fluorescenzlicht ausübt, wird dessen an und für sich continuirliches Spectrum in eine Reihe heller Streifen zerlegt.

Das gesammte Fluorescenzspectrum des Didymglases ist demnach anzusehen als die Uebereinanderlagerung des nur aus Roth bestehenden Spectrums des Didymsilicats und des aus schwachem Roth und starkem Grün bestehenden Spectrum des gewöhnlichen Glases, modificirt durch die vom Didym ausgeübte Absorption.

Die Fluorescenz des Didymglases dauert auch nach Aufhören der Bestrahlung noch kurze Zeit fort; denn im Phosphoroskop leuchtet ein Stückchen Didymglas mit rothem Licht, dessen Spectrum die nämlichen vier hellen Streifen

zeigt. Nur erscheinen die Streifen jetzt ungefähr gleich hell, wogegen während der Bestrahlung der rothe Streifen beträchtlich heller ist als die andern. Es scheint hienach, dass nach Aufhören der Belichtung die rothe Fluorescenz des Didymsilicats rascher abklingt als die grüne des gewöhnlichen Glases.

## II. Aescorcin.

Unter diesem Namen erhielt ich von Hrn. Dr. Schuchardt in Görlitz eine aus dunkelrothbraunen Blättchen bestehende Substanz, welche nach dessen Angabe durch Einleiten von ammoniakalischer Luft in eine Verbindung von Paraaesculetin mit doppeltschwefligsaurem Natrium erhalten wurde. Die feste Substanz zeigt keine Fluorescenz; die prachtvoll purpurrothe wässerige Lösung dagegen fluorescirt sehr stark orangeroth.

Eine sehr verdünnte Lösung, welche, obgleich im durchscheinenden Lichte fast farblos, noch stark fluorescirt, lässt einen Absorptionsstreifen 48—50 erkennen, dessen dunkelste Stelle bei 49 ($\lambda$ = 592) liegt. Bei etwas stärkerer Concentration schliesst sich an den schwarzen Streifen, der nun von 47,5—52 sich erstreckt, ein Halbschatten an bis 56,5, woselbst ihn eine schmale etwas dunklere Linie begrenzt. Ausserdem zeigt sich ein schwacher Streifen von 61,5—67. Eine noch concentrirtere Lösung gibt ein breites dunkles Band, welches, bei 44 schwach beginnend, von 45—70 ganz schwarz erscheint und sodann von 70—73 allmählig abfällt, während das übrige Grün, das Blau und Violett nur schwach verdunkelt sind. Eine dicke Schicht der letzteren Lösung absorbirt alles Licht von 42—90 (Orange, Gelb und Grün), lässt Blau und Violett schwach durchschimmern, wogegen das Roth vor 42 unversehrt durchgeht.

Das Fluorescenzlicht ist sehr einfach; sein Spectrum besteht nur aus Roth und Orange, reicht von 30—50, und erscheint am hellsten etwa bei 45 ($\lambda$ = 606). Es ist der

Stokes'schen Regel nicht unterworfen, wie aus folgenden Beobachtungen erhellt:

| Erregendes Licht: | Fluorescenzlicht: |
|---|---|
| 37—43 | 43—49 |
| 40—46 | 43—49 |
| 44—50 | 41—50 |
| 51—57 | 41—50. |

Das Aescorcin gehört demnach zur ersten Klasse der fluorescirenden Körper, welchen lediglich Fluorescenz erster Art eigen ist. Demgemäss erscheint auch das auf die Oberfläche der Flüssigkeit projicirte fluorescirende Spectrum durchaus einfarbig orangeroth, nur dass die schwächer fluorescirenden Stellen mehr ins Röthliche ziehen. Seine hellste Stelle entspricht, wie zu erwarten war, der dunkelsten Stelle im Absorptionsspectrum ($\lambda = 592$); die nicht absorbirten rothen Strahlen sind wirkungslos, Blau, Violett und Ultraviolett wirken nur schwach.

Herr Wilhelm v. Bezold spricht:

„Ueber Strömungsfiguren in Flüssigkeiten.“

(Mit einer Tafel.)

Vor Kurzem [1] habe ich eine Methode beschrieben, durch welche man Strömungen an der Oberfläche und im Inneren von Wassermassen oder stark verdünnten Lösungen sehr schön anschaulich machen kann.

Diese Methode besteht darin, dass man verschiedene Arten von Tinten, am besten die zum Hektographiren dienende, vorsichtig auf die Oberfläche der Flüssigkeit bringt. Durch die Strömungen in der Flüssigkeit wird die Tinte mitgerissen, so dass bei der Neigung zur Fadenbildung, welche insbesondere die hektographische Tinte (eine concentrirte wässerige Lösung von Methylviolett mit einem kleinen Beisatze von Glycerin) in so auffallendem Maasse besitzt, die Stromfäden sichtbar werden und man ein deutliches ja oftmals geradezu überraschendes Bild der Strömungsverhältnisse in der Flüssigkeit erhält.

In der oben citirten ersten Mittheilung habe ich dem Vorgange von Tomlinson folgend die so erhaltenen Figuren als Cohäsionsfiguren bezeichnet.

---

1) S. diese Berichte S. 355—365.

Diese Bezeichnung ist unter dem von Tomlinson festgehaltenen Gesichtspunkte auch eine vollkommen zutreffende. Da ich jedoch bei den nachstehend zu beschreibenden Versuchen wesentlich die Strömungserscheinungen im Auge hatte und da die Figuren, mit denen ich mich beschäftigt habe, thatsächlich in erster Linie ein Bild der Strömungen geben, so möchte ich für diese besondere Art von Figuren den Namen „Strömungsfiguren" in Vorschlag bringen.

Im Folgenden soll nun von solchen Strömungen die Rede sein, wie sie durch kleine Temperaturdifferenzen hervorgebracht werden.

Dass die Untersuchung solcher Strömungen mit Rücksicht auf die Analogieschlüsse, welche sich in anderen Gebieten der Physik daran knüpfen lassen, hohes Interesse darbietet, braucht wohl kaum besonders betont zu werden.

Bevor ich jedoch auf diesen Punkt näher eingehe, mögen hier noch einige Bemerkungen Platz finden, welche sich auf die Ausbreitung der Probeflüssigkeit, so will ich die benützte Tinte nennen, auf dem Wasser oder auf anderen Flüssigkeiten beziehen.

Schon in der ersten Mittheilung wurde darauf hingewiesen, dass die Ausbreitung der Tinte nur bei Beobachtung bestimmter Vorsichtsmassregeln rasch und in grosser Ausdehnung von statten geht. Die Reissfeder, die ich immer als bestes Hilfsmittel zum Aufbringen der Tinte befunden, muss rasch aus dem Tintengefässe auf die Oberfläche der Flüssigkeit gebracht und die Bildung irgend welcher Haut sorgfältig vermieden werden. Dass die Tinte nicht zu dick und nicht zu flüssig sein darf, ist wohl ohnehin selbstverständlich, und wird man wenn nöthig durch passende Verdünnung mit Wasser gerade den geeignetsten Concentrationsgrad schon Anfangs durch einige Vorversuche zu erhalten suchen.

Aber auch bei Anwendung ganz gleicher Probeflüssigkeit

erfolgt die Ausbreitung auf den Oberflächen verschiedener Flüssigkeiten in sehr ungleicher Weise und zwar können höchst geringfügige Umstände hierauf von entscheidendem Einflusse sein.

Nicht nur die unbedeutendsten Beimischungen verschiedener Körper können die Ausbreitung der Probeflüssigkeit erschweren oder ganz verhindern, nicht nur die Temperaturen sind von Bedeutung, sondern sogar Spuren von Staub auf der freien Oberfläche sind hinreichend, um den Erscheinungen an dieser Fläche selbst ein wesentlich anderes Ansehen zu verleihen.

Auf Brunnenwasser, wenigstens auf dem sehr kalkhaltigen Münchener Wasser erfolgt die Ausbreitung der hektographischen Tinte viel leichter als auf destillirtem Wasser. Ein Tropfen Schwefelsäure, ein Tropfen concentrirter Kali- oder Natronlauge auf ein Liter Wasser, einigermassen nennenswerthe Mengen Kochsalz und verschiedene andere Beimischungen genügen um die Ausbreitung vollkommen zu hindern, dagegen zeigen ganz kleine Mengen reiner Salzsäure keinen nachtheiligen Einfluss.

Aehnliche Erscheinungen haben auch die Gebrüder Weber bei der Ausbreitung von Oel auf Wasser beobachtet[1]) und mögen dieselben als dem eigentlichen Zwecke dieser Abhandlung ferne liegend nur im Vorbeigehen Erwähnung finden.

Sehr auffallend ist auch der Einfluss einer dünnen, sonst gar nicht bemerkbaren Staubdecke auf der flüssigen Oberfläche.

Stellt man zwei gleiche Gläser mit Wasser gefüllt neben einander und bedeckt man das eine mit einer Glasplatte, während das andere offen bleibt, so verhalten sich beide Oberflächen nach einigen Stunden ganz verschieden. Auf

1) Wellenlehre S. 84.

der gewöhnlichen Fläche verbreitet, [illegible] die Tinte rasch und [illegible] war, hingegen wurde die Ausbreitung nicht so rasch, vor allem aber nicht so regelmässig statt. Der Rand der [illegible] Scheibe, der im ersten Falle genau begrenzt, bei cylindrischem Gefässe [illegible] war, zeigte im zweiten Falle vielfach eingeschnitten und zerrissen (Fig. 1), so dass die zwischen diesen Einschnitten liegenden Randstücke an die Blätter mancher Blüthen erinnern.

Dieses Zerreissen deutet auf das Vorhandensein einer Haut an der Oberfläche der Flüssigkeit, wie man am besten sieht, wenn man mit verdünnter lithographischer Tinte zuerst eine solche herstellt. Bringt man alsdann einen zweiten Tropfen auf die Mitte der Oberfläche, so verbreitet sich dieser nicht mehr kreisförmig, sondern in Gestalt eines Sternes mit 5, 6 oder auch mehr Strahlen. Erfolgt jedoch das Aufbringen solcher Tropfen dünnerer Tinte sehr rasch nacheinander, so dass die Haut noch nicht Zeit fand zu erstarren, dann geht auch die Ausbreitung der Tropfen in Kreisform von statten und man erhält ein System concentrischer Kreise.

Dabei sind diese Kreise im Augenblicke ihres Entstehens immer grösser als nachher, so dass man den Eindruck gewinnt, als werde ein elastischer Ring durch die nachfolgende innere Scheibe Anfangs ausgedehnt um nachher wieder in eine gegen die alte etwas verschobene Gleichgewichtslage zurückzukehren. Eine der letzteren analoge Erscheinung findet man übrigens auch schon in der oben citirten „Wellenlehre" beschrieben[1], nur bietet der Versuch in der eben erwähnten Weise deshalb besonderes Interesse, da man bei einer Anzahl von solchen concentrischen Ringen recht deutlich

1) A. a. O. S. § 66 und § 77.

sieht, dass sich die Flüssigkeitshaut wie eine elastische Membrane verhält.

Ein noch schönerer Versuch nach dieser Richtung lässt sich machen, wenn man zuerst die in der früheren Abhandlung beschriebene Radfigur herstellt. Hat man diese Figur in einer recht vollkommenen Weise hervorgebracht, so dass rings am Rande der Flüssigkeit die Farbe am Glase adhärirt und dreht man nun das Glas um seine verticale Axe, je nachdem um 30 oder 40 oder noch mehr Grade im Sinne eines Uhrzeigers, so nehmen sämmtliche ursprünglich diametrale Linien eine Krümmung an im Sinne eines lateinischen S und strecken sich erst langsam wieder. Man sieht auf diese Weise ganz vortrefflich, wie ein Ring nach dem andern allmälig in die Bewegung hineingezogen wird. Wenn aber nun die gerade Linie wieder hergestellt ist, so bewegen sich die inneren Ringe noch weiter im Sinne des ursprünglich gegebenen Anstosses, und nun zeigt sich eine wenn auch schwache Krümmung der Radien im entgegengesetzten Sinne. Man sieht demnach ganz deutlich wie nach einer solchen Drehung in der Flüssigkeit Schwingungen eintreten, die freilich sehr rasch zur Ruhe kommen.

Zugleich bemerkt man auch in einer recht anschaulichen Weise, dass die Elasticität in der Oberfläche ungleich grösser ist als im Inneren der Flüssigkeit. Die einzelnen Farblinien, welche bei der besprochenen Figur die Speichen des Rades bilden, sind nämlich nicht cylindrisch sondern vielmehr Körper, die auf hoher Kante stehend sich mehr oder minder tief in das Wasser einsenken. Sowie nun die Drehung vorgenommen wird, bleiben die unteren Theile zurück und die einzelnen Flächen legen sich schief übereinander, wie Jalousien oder wie die Blätter eines geöffneten Fächers.

Haben sich bereits Fäden von der Oberfläche nach der Tiefe hinabgesenkt, so kann man an ihnen die gleiche Eigenthümlichkeit der Flüssigkeit sichtbar machen, indem eine

förmliche Drillung eintritt, die bei fortgesetzter Drehung des Glases auf viele Umgänge steigen kann.[1])

Es war oben von dem Einflusse gesprochen worden, den Staub auf die Ausbreitung des Tropfens ausübt, aber auch wenn man Gläser frisch mit Wasser gefüllt hat, kann die Ausbreitung des Tropfens in sehr verschiedener Weise erfolgen, je nachdem das Wasser am Glase adhärirt oder nicht. Dass es wesentlich hievon abhängt, ob auch die Tinte am Rande der Wasserfläche in die Höhe gezogen wird oder nicht, dies wurde schon in der ersten Mittheilung bemerkt und ist auch leicht verständlich. Viel auffallender aber ist es, dass dieser Einfluss der Adhäsion des Wassers am Glase sich bereits merkbar macht, wenn der Tropfen erst in der Ausdehnung begriffen und mit seinem äusseren Rande noch weit von dem Rande der Oberfläche überhaupt, d. h. von den Berührungsstellen zwischen Glas und Wasser entfernt ist.

In einem Glase, in welchem das Wasser schlecht adhärirt, breitet sich der Tropfen überhaupt nicht bis zu dem Rande hin aus, sondern es macht gerade den Eindruck, als ob der Rand eine Abstossung auf die Probeflüssigkeit äussere, während er im entgegengesetzten Falle dieselbe anzuziehen scheint, Erscheinungen, die natürlich nur in der Oberflächenspannung ihren Grund haben.

Da nun die Adhäsion zwischen Wasser und Glas nicht selten bei einem scheinbar ganz reinen Glase nur gering ist, während sie ein andermal bei einem ziemlich unreinen sehr beträchtlich sein kann und da auch scheinbar sorgfältiges Reinigen sich oft als fruchtlos erweist, so verfiel ich schliesslich auf ein Mittel, welches ich als sehr zweckentsprechend erkannt habe.

Dieses Mittel besteht darin, dass ich die Gläser, in denen

---

1) Vgl. Roiti. Cim. (3) III. S. 5—49.

ich eine sehr vollkommene Adhäsion zwischen Wasser und Glas zu erzielen wünsche, stets mit Wasser gefüllt stehen lasse. Will ich alsdann einen Versuch ausführen, so fülle ich frisch aber nicht ganz so hoch ein als das Wasser vorher stund und dann kann ich mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen, dass der Tropfen sich bis zum Glase verbreitet und noch an diesem etwas in die Höhe gezogen wird.

Alsdann gelingt aber auch die Erzeugung der in der frühern Abhandlung beschriebenen Radfigur vortrefflich. Uebrigens ist auch die Beschaffenheit des Glases von Einfluss und erweist sich oft das eine dauernd geeigneter als ein anderes.

Dass diese Wirkung der Adhäsionsverhältnisse auf die Ausbreitung des Tropfens nur in der Oberflächenspannung der Flüssigkeit zu suchen ist, geht aus dem folgenden Versuche hervor:

Stellt man in ein cylindrisches mit Wasser gefülltes Glas einen rechteckigen Streifen ebenen Glases so, dass die eine Längsseite dieses Streifens an der Wandung anliegt, während die andere nur so wenig von derselben absteht, dass ein capillarer Raum frei bleibt, dann wird der Tropfen in diesen Raum hineingezogen und gewährt alsdann von oben den in Fig. 2 versinnlichten Anblick.

Fig. 2.

Bei diesem Versuche sieht man vortrefflich, wie der scheibenförmig sich ausbreitende Tropfen, noch bevor er die capillare Oeffnung erreicht, nach dieser Seite sich verlängert, um schliesslich mit einer rasch vorgeschobenen Spitze in den capillaren Raum einzudringen.

Ich habe diesen Versuch in einer eigenthümlichen Weise abgeändert, bei welcher die Empfindlichkeit gegen minimale

chemische Beimischungen in einer recht auffallenden Weise zu Tage trat.

Da an einem Stück Fliesspapier das Wasser so stark in die Höhe gezogen wird, so setzte ich nämlich voraus, dass ein an der einen Seite in das Gefäss eingetauchter Streifen solchen Papieres die Wirkung äussern müsse, dass der Farbtropfen sich gerade nach jener Seite hin besonders rasch ausbreiten würde. Zur Ausführung des Versuches bediente ich mich eines sehr schönen weissen Filtrirpapieres und war nicht wenig erstaunt, als der gewünschte Erfolg nicht nur ausblieb, sondern die Ausbreitung auf der Wasserfläche überhaupt nicht erfolgte, sondern der Tropfen schwer zu Boden sank, gerade als ob man etwas Schwefelsäure, Natronlauge oder sonst einen der oben erwähnten Körper in das Wasser gebracht hätte. Offenbar rührte dieses auffallende Verhalten auch wirklich nur daher, dass das benutzte Filtrirpapier lösliche Bestandtheile enthielt, welche die Ausbreitung des Tropfens hinderten, denn nachdem es mit viel Wasser ausgewaschen worden war, trat die Erscheinung wirklich in der ursprünglich vermutheten Weise ein. Nun schoss der Tropfen bei der Ausbreitung thatsächlich nach der Seite des Streifens hin, und wurde die Farbe daran in die Höhe gezogen noch bevor er sich im Uebrigen bis zum Rande hin ausgebreitet hatte, und selbst in Fällen, in welchen die Ausbreitung an den anderen Stellen überhaupt nicht so weit erfolgte.

Bei Gelegenheit dieser Versuche, welche sich auf die Spannung der Flüssigkeitshaut beziehen, mag noch erwähnt werden, dass die hektographische Tinte sich auch sehr dazu eignet ein Experiment anzustellen, das zwar im Grunde genommen nicht neu ist, sondern dem Wesen nach ebenfalls schon in der Weber'schen Wellenlehre beschrieben ist[1]),

1) A. a. O. S. 80 § 66.

das jedoch auf diese Weise noch auffallender und besonders für ein Auditorium leichter sichtbar wird. Lässt man nämlich die Ausbreitung auf der Oberfläche eines grösseren Gefässes erfolgen und bringt man an verschiedenen Stellen desselben Schwimmer an, z. B. kleine Scheiben aus Paraffinpapier oder Korkplättchen, die sogar ziemlich schwer sein können, so sieht man vortrefflich, wie diese Körper im Sinne der Ausbreitung fortgeschleudert werden noch lange bevor der Rand der farbigen Scheibe denselben nahe gekommen ist. Gerade durch die intensive Färbung wird der Versuch sehr auffallend.

## I. Strömungen in Wasser unter dem Einflusse kleiner Temperaturunterschiede.

Dies vorausgeschickt, sollen nun einige Versuche beschrieben werden, welche sich auf Strömungen im Innern von Wassermassen beziehen, die kleinen Temperaturdifferenzen unterworfen sind.

Der einfachste Fall, in welchem Wasser, dessen Temperatur niedriger ist als jene des Zimmers, der allmählichen Erwärmung durch die umgebende Luft ausgesetzt wird, ist schon in der früheren Mittheilung behandelt worden.

Hiebei wurden jedoch vorzugsweise nur die Figuren an der Oberfläche berücksichtigt, während die Vorgänge im Innern weniger Beachtung fanden, so dass hier noch eine Ergänzung nöthig ist.

Zunächst verweise ich auf einige Abbildungen (S. d. Tafel Fig. 2a bis Fig. 2e), welche die Erscheinung in verschiedenen Phasen der Entwickelung darstellen.

Hiebei ist vorausgesetzt, dass die Farbmenge eine sehr geringe sei, da sich alsdann die Vorgänge im Innern der Flüssigkeit klarer und übersichtlicher abspielen als wenn grössere Mengen aufgegeben wurden.

Kurz nach dem Aufbringen der Farbe, etwa nach 5 Minuten, entwickelt sich unter der Mitte des Fleckes ein quastenartiges Gebilde (Fig. 2 a) mit herabhängenden Fäden, deren jeder einen verdickten Kopf hat.

Diese Fäden sind dünner und dabei intensiver gefärbt, wenn das Wasser sehr kalt ist, dicker und stärker aufgequollen, wenn das Wasser wärmer ist. In gleichem Sinne wie tiefe Temperaturen wirken kleine Beimischungen von Kochsalz und überhaupt von solchen Körpern, welche die rasche Ausbreitung des Tropfens auf der Oberfläche beeinträchtigen.

Zwischen der auf der Oberfläche ruhenden Scheibe und der Quaste wird die Verbindung durch ein scharf eingeschnürtes Stück hergestellt.

Diese Einschnürung erklärt sich leicht, wenn man den Vorgang in einer späteren Phase, also in dem hier abgebildeten Falle, etwa fünf Viertelstunden nach Beginn des Versuches in's Auge fasst.

Die oben beschriebene Quaste hatte sich nämlich inzwischen zu einem in der Mitte des Glases absteigenden Stamme ausgebildet, der sich bei ungleichseitiger Erwärmung, wie sie im Allgemeinen immer vorhanden ist, etwas nach der kälteren Seite hinzieht. Dabei sinkt der obere Rand desselben immer tiefer herab und steht derselbe schliesslich nur noch durch einen ganz dünnen Faden mit der inzwischen stark zusammengeschmolzenen Scheibe in Verbindung (Fig. 2 b).

Diese Scheibe sowie ihre Verbindung mit dem Stamme verlieren sich später gänzlich, so dass es einen Zeitpunkt giebt, zu welchem die Oberfläche aller Farbe beraubt ist.

Inzwischen steigt die herabgesunkene Flüssigkeit, nachdem sie in Fäden mit scheibenartig verdickten Enden den Boden des Glases überschritten hat, an der Wandung des Glases wieder empor und zwar als dünne cylindrische Haut, wenn die Erwärmungsverhältnisse ringsum sehr gleichartige

sind, in einseitig gelagerten Fäden, wenn dies nicht der Fall ist, und schliesslich erhält man nun das Bild Fig. 2c. Dabei ist in der hier wiedergegebenen Figur sehr symmetrische Erwärmung, wenigstens von den beiden einander gegenüberliegenden Seiten vorausgesetzt. Wenn dies nicht der Fall ist, so fehlt das eine der scheinbar hakenförmigen Gebilde, die übrigens bei ringsum gleich starker Erwärmung nichts anderes sind als die von der Seite gesehenen Stücke eines hyperboloidischen Mantels. In ihnen findet man die Erklärung der oben erwähnten Einschnürung. Man sieht nämlich, wie sich die Köpfe dieser Gebilde mehr und mehr nähern, d. h. wie das Hyperboloid der Rotationsaxe immer näher rückt, so dass nun eine auf der Oberfläche ruhende und eine etwas unterhalb schwebende Schicht entsteht, die abermals durch eine Einschnürung verbunden sind, welche der anfänglich vorhandenen sehr ähnlich ist. Dabei liegt es auf der Hand, dass diese Einschnürung ihren Grund darin hat, dass der Strom etwas unterhalb der Oberfläche — bei den Dimensionen, mit welchen ich gewöhnlich arbeitete — Bechergläser von 17 cm Höhe und 10 cm Durchmesser — ungefähr 6 mm unterhalb derselben ein Maximum der Geschwindigkeit besitzt und dadurch in diesem Niveau zuerst die Begegnung der von beiden Seiten herkommenden Ströme stattfinden muss.

Nachdem nun diese Einschnürung erfolgt ist, beginnt das oben beschriebene Spiel gewissermassen von Neuem. Die untere Schicht verdickt sich, indem sie von oben immer Zufuhr erhält. Zugleich schwindet die Einschnürung abermals zu einem dünnen Faden zusammen und man hat nun wieder ein quastenartiges Gebilde freilich von viel geringerer Consistenz und mit sackartig aufgeschwollenen Endigungen nach unten (Fig. 2d). Der hier abgebildete Zustand war bei der Versuchsreihe, welche den hier mitgetheilten Figuren zu Grunde liegt, nach 3 Stunden erreicht.

Von da an wird die ganze Erscheinung jedoch nicht leicht mehr symmetrisch bleiben. Je mehr sich die Temperatur des Wassers im Allgemeinen jener des Zimmers nähert, um so mehr gewinnen die kleinen Ungleichheiten in der Aus- und Einstrahlung auf verschiedenen Seiten an Einfluss und schliesslich hat man in einem Glase, das seit Tagen im Zimmer steht, nur mehr Strömungen, wie sie durch diese Ungleichheiten bedingt werden.

Diese Assymmetrie trat auch bei der Versuchsreihe auf, von welcher ich eben gesprochen habe; nach 5 Stunden nämlich hatte man die Figur, wie sie in Fig. 2e abgebildet ist, es war dies offenbar die Wiederholung des in Fig. 2d abgebildeten Zustandes, nur dass jetzt die Stelle des Stammrestes, welcher in Fig. 2d noch klar ausgebildet vorhanden war, von dem inzwischen herabgesunkenen diffusen Gebilde eingenommen wird, welches in Fig. 2d noch die Stelle der in Fig. 2a vorhandenen Quaste vertreten hat.

Der neue Stamm aber, der nun nachrückt, zeigt schon ganz deutlich den Einfluss der einseitigen Erwärmung, die diesmal von der linken Seite her erfolgte, auch hat er mehr die Gestalt eines verkrümmten Bandes, dem einige Parallelbänder beigeordnet sind, die sämmtlich auf der Ebene der grössten Erwärmung und grössten Abkühlung senkrecht stehen, vorausgesetzt, dass die letztere durch die Axe des Glases geht.

Verfolgt man nun die Erscheinung noch weiter, so werden die Stromlinien immer complicirter, zugleich immer diffuser und schwerer kenntlich. Auch ist es charakteristisch, dass mit der Zeit die Querschnitte, die sich aus den Köpfen der Fäden gebildet haben, mehr hervortreten als die Stromlinien, was zu Schichtenbildung Veranlassung giebt.

Dabei beansprucht die vollständige Diffusion der Farbe im Wasser stets viel Zeit und ist nach 8 oder 10 Stunden noch nicht beendigt.

Bei der Beurtheilung der Vollständigkeit der Diffusion ist man jedoch grossen Täuschungen ausgesetzt. Es kommt nämlich nicht selten vor, dass man eine vollständig homogen gefärbte Flüssigkeit vor sich zu haben glaubt, während nur die an der Wandung emporsteigende oder wenn das Wasser wärmer war als die Umgebung, herabsinkende gefärbte Flüssigkeit das Ganze wie mit einem Mantel umgiebt, gerade als ob man ein farbiges Glas angewendet habe.

Man kann sich davon überzeugen, wenn man das Glas auf einen hellen Grund gestellt hat und nun von oben hineinblickt, wobei dann der Mantel als Ring erscheint. Am besten sieht man dies, wenn man das Glas auf eine auf kleinen Stützen ruhende ebene farblose Glasplatte gestellt und weisses Papier untergelegt hatte.

Auf die hier möglichen Täuschungen wurde ich zuerst dadurch aufmerksam, dass ich mehreremale die Diffusion bereits für beendigt hielt, während nachher wieder Figuren erschienen, was nun darin begründet war, dass der Mantel, welcher zuerst die Täuschung hervorgebracht, sich bei der Fortbewegung nach der Axe begeben hatte und dort wieder, wenn auch sehr diffuse, so doch erkennbare Stromfäden gebildet hatte.

Nach diesen Versuchen ist man nun im Stande, ein Schema der Strömung zu entwerfen und zwar für den Anfangs vorhandenen Fall einer grösseren Temperaturdifferenz, d. h. etwa 6°, zwischen der Wasser- und Lufttemperatur.

Dieses Schema zeigt Fig. 2f und aus ihr lässt sich entnehmen, inwieferne die Gebilde, welche oben beschrieben wurden, Stromfäden oder Querschnitte repräsentiren.

Hiebei giebt die Entfernung der einzelnen Linien einen Anhaltspunkt für die Geschwindigkeit, mit welcher die Strömung an einer bestimmten Stelle vor sich geht, indem der Querschnitt jedes einzelnen Stromfadens der Geschwindigkeit umgekehrt proportional sein muss, da man die Dichtig-

keitsänderungen bei den kleinen Temperaturdifferenzen, soweit es sich um die hier aufgeworfene Frage handelt, ausser Betracht lassen kann. Freilich gilt dies nur von den im Schema enthaltenen Stromfäden, d. h. von den Stromfäden im mathematischen Sinne, die Fäden der Farbmasse vermehren ihr Volumen und mithin auch ihren Durchmesser schon in Folge der Diffusion.

Die obige Beschreibung bezieht sich, wie schon bemerkt, auf Versuche, bei welchen die Temperatur des Zimmers etwa 18 bis 19° C., jene des Wassers wenigstens Anfangs 10 bis 12° beträgt.

Unterscheidet sich die Wassertemperatur von der Zimmertemperatur nur um Bruchtheile eines Grades, so zeigen die Versuche schon bald nach Beginn jene Eigenthümlichkeiten, wie sie bei der oben gegebenen Beschreibung als charakteristisch für den Schluss angeführt wurden.

Die Vorgänge sind gleich von Anfang an einseitig entwickelt, die einzelnen farbigen Fäden schwellen rasch an und alle Bewegungen gehen mit verhältnissmässig grosser Geschwindigkeit von statten, so dass die Diffusion in weit kürzerer Zeit beendigt ist als wenn man kälteres Wasser anwendet.

Dies muss auf den ersten Blick sehr auffallen, da man bei grösseren Temperaturdifferenzen stärker beschleunigende Wirkung und demnach auch lebhaftere Bewegungen in der Flüssigkeit erwarten möchte.

Thatsächlich findet, wie eben bemerkt, das umgekehrte statt und wirken offenbar eine Reihe von Umständen zusammen, um dies Anfangs so auffallende Resultat hervorzurufen.

Hieher gehört zunächst das absolut höhere Temperaturniveau und die dadurch bedingten weit höheren Ausdehnungscoëfficienten des Wassers.

Während nämlich bei 9° eine Temperaturerhöhung von 1° eine Dichtigkeitsänderung $8 \cdot 10^{-6}$ zur Folge hat, beträgt diese Aenderung bei 19° mehr als doppelt so viel, nämlich $20 \cdot 10^{-5}$. Ferner ist bei höheren Temperaturen die Zähigkeit des Wassers viel geringer und endlich kann auch noch der Umstand in Betracht kommen, dass bei Wassermassen, welche lange Zeit den nämlichen Einflüssen ausgesetzt waren, die stets in demselben Sinne wirkenden Beschleunigungen sich beträchtlich summiren und dadurch grössere Geschwindigkeiten hervorrufen können.

Von einer Beschreibung der Erscheinungen bei ganz kleinen Temperaturdifferenzen muss abgesehen werden, da sie so manchfaltig und so sehr von Kleinigkeiten beeinflusst sind, dass die Erörterung unverhältnissmässig viel Raum beanspruchen würde.

Dagegen ist es der Mühe werth, eines Falles zu erwähnen, bei welchem die einseitige Erwärmung sich recht auffallend geltend macht:

Schwärzt man, wie dies Herr v. **Beetz** iu der Vorlesung bei den Versuchen über strahlende Wärme zu thun pflegt, den Cylinder eines Argandbrenner zur Hälfte mit Russ, während man die andere Hälfte mit ganz dünnem blanken Platinblech überzieht und stellt man diesen Brenner gerade in die Mitte zwischen zwei mit Wasser gefüllte Gläser, so tritt nach Aufbringen der Probeflüssigkeit die ungleiche Ausstrahlung der beiden Cylinderhälften ausserordentlich scharf hervor. Während in dem Glase auf Seite der mit Blech bedeckten Hälfte der absteigende Stamm nur unbedeutend znr Seite gerückt wird, so kommt in dem anderen ein solcher Stamm gar nicht mehr zu Stande, sondern die Farbe sinkt auf der dem Brenner abgewendeten Seite dieses Glases in Gestalt eines mit Fransen besetzten Tuches herab, gerade wie in Fig. 1 der Tafel versinnlicht ist.

Weit mehr Interesse aber bieten die Strömungen, wenn

bei Bewahrung der Symmetrie um die Axe dennoch gleichzeitig Erwärmung und Abkühlung vorhanden ist, oder wenn es sich um Temperaturen handelt, welche dem Dichtigkeitsmaximum des Wassers nahe liegen. Versuche, bei welchen man sich um dies Temperaturniveau bewegt, zeigen nämlich die ähnlichen Erscheinungen wie andere, bei welchen man in einem höheren Temperaturniveau theils Erwärmung, theils Abkühlung einwirken lässt, da ja in der Umgebung des Dichtigkeitsmaximums eine weitere Abkühlung ebenso wirkt als bei höheren Temperaturen eine Erwärmung.

Man kann demnach zu jedem Versuche, bei welchen innerhalb des Glases gleichzeitig Temperaturen vorkommen, welche zu beiden Seiten der Temperatur des Dichtigkeitsmaximums liegen, einen analogen Versuch machen, bei welchem man höhere Temperaturen benützt, aber dafür an jenen Stellen, wo man bei dem ersten Versuche Temperaturen unter 4° hatte, Erwärmung und Abkühlung mit einander vertauscht.

Hiebei treten jedoch der Ausführung der Analogie-Versuche Schwierigkeiten dadurch entgegen, dass die Probeflüssigkeit bei den verschiedenen Temperaturen, wie schon oben bemerkt, sehr verschiedenes Verhalten zeigt und dass sie in der Nähe des Gefrierpunktes ausserordentlich zähe wird, eigenthümliche Schalenbildungen zeigt und überhaupt viel weniger diffundirt, so dass die Anzahl der auftretenden Fäden viel geringer und dadurch der Gesammteindruck minder vollkommen wird.

Ich werde deshalb von den Versuchen, bei welchen das Dichtigkeitsmaximum des Wassers eine Rolle spielt, nur einen einzigen genauer beschreiben, bei welchem die Temperatur nur wenig unter 4° herabsinkt und dadurch die Ausführung leichter wird, im Uebrigen werde ich mich auf blosse Andeutung der Analogien beschränken.

Zunächst soll die Figur beschrieben werden, welche

entsteht, wenn bei Wasser von über 4° im oberen Theile des Cylindermantels Abkühlung, im unteren Erwärmung wirkt.

Diese Bedingungen lassen sich leicht erfüllen, wenn man in ein mit Brunnenwasser von gewöhnlicher Temperatur gefülltes Cylinderglas oben einen heissen Körper einige Centimeter tief einsenkt, also etwa das untere Ende eines mit kochendem Wasser gefüllten Reagenzgläschens.

In diesem Falle erhält man Strömungen nach dem Schema Fig. 3a der Tafel und eine Strömungsfigur, wie sie in Figur 3b abgebildet ist.

An dem heissen Röhrchen steigt das Wasser in die Höhe, strömt über die Oberfläche nach dem Rande hin, kühlt sich dort ab und sinkt nun an der Peripherie herab. Dieses Sinken muss aber bald sein Ende erreichen, da die fallende Masse in geringer Entfernung unterhalb der Oberfläche einem aufsteigenden Strome begegnet, der durch die Erwärmung hervorgerufen wird, welche das kältere Wasser in dem wärmeren Zimmer an der Wandung des Glases erfährt. So hat man an der Peripherie der Wassermasse im oberen Theile einen absteigenden, im unteren einen aufsteigenden Strom, welche durch eine neutrale Kreislinie von einander getrennt sind.

In Folge dessen entstehen zweierlei Kreisläufe, der obere im Sinne einer Flüssigkeit, die wärmer ist als die Umgebung, der untere im entgegensetzten.

Dies liess sich von vorneherein voraussehen, dagegen bietet der Versuch besonderes Interesse dadurch, dass man nun gleichzeitig das Bild einer vom Centrum nach Peripherie und einer von Peripherie nach Centrum gehenden Strömung vor sich hat, und dass die charakteristischen Eigenthümlichkeiten dieser beiden Fälle hier durch die farbige Flüssigkeit recht schlagend anschaulich gemacht werden.

An der Oberfläche nämlich wird die Farbhaut von dem heissen Proberöhrchen fortgeschoben, einen scharf kreisrund

begrenzten freien Ring zurücklassend; in dem unteren Niveau dieses Kreislaufes hingegen bildet sich ein schwebender Stern mit scharf radialer Streifung, der bei vollkommener Ausbildung einen reizenden Anblick gewährt. Man sieht hier die Analoga der beiden Lichtenberg'schen Figuren gleichzeitig nebeneinander entstehen.

Den Analogieversuch im tieferen Temperaturniveau erhält man, wenn man Wasser mit einer Temperatur von etwa 3° anwendet und in das Proberöhrchen anstatt des heissen Wassers eine Kältemischung bringt.

Eine sehr schöne Erscheinung bietet auch der umgekehrte Versuch: Erwärmung im oberen Theile des Glases und Abkühlung im unteren, in Wasser, dessen Temperatur höher als 4° und niedriger als jene der Zimmerluft ist.

Man erreicht diesen Zustand sehr leicht, indem man das mit frischem Brunnenwasser gefüllte Becherglas in ein weites niedriges Gefäss stellt, das noch kälteres Wasser enthält, wie man es durch Zugabe von Schnee oder Eisstückchen in Wasser leicht erhalten kann.

Alsdann hat man das Stromlaufschema Fig. 4a der Tafel und eine Strömungsfigur, wie sie in Fig. 4b dargestellt ist.

Es ist sehr anziehend, die Entwickelung dieser Figur genau zu verfolgen. Anfangs bildet sich dieselbe Quaste wie sie schon bei dem allerersten Versuch in Fig. 2a dargestellt wurde, nur mit dem Unterschiede, dass die herabsinkenden Fäden keine Neigung zur Convergenz zeigen, sondern zuerst senkrecht, sehr bald aber schwach divergirend herabsinken. Zugleich fällt die äusserst geringe Geschwindigkeit auf, mit welcher dieses Sinken statt hat, eine Erscheinung, die mit der Divergenz der Fäden im engsten Zusammenhange steht, da eine Verminderung der Geschwindigkeit eine Vergrösserung des Stromquerschnitts zur Folge haben muss.

Diese Verminderung der Geschwindigkeit wird aber schon durch den Strom bedingt, der im unteren Theile des Gefässes in der Axe desselben emporsteigt und das Herabsinken im oberen Stücke derselben hemmt.

Diese Hemmung hat nun ein eigenthümliches Aufblähen des quastenartigen Gebildes zur Folge, wodurch dieses schliesslich die Gestalt einer Glocke annimmt, deren Kranz sich bis zu dem neutralen Ringe erstreckt, der auch hier vorhanden ist. Von diesem Kranze senken sich nun einzelne Fäden herab, die an der Wandung des Glases geradlinig abwärts steigen, am unteren Rande scharf rechtwinklig umbiegen und der Mitte des Bodens zustreben. Dort angelangt, biegen sie noch einmal fast rechtwinklig um und steigen nun wieder ein Stück senkrecht in die Höhe, um noch eine Biegung nach auswärts zu erfahren. Diese zuletzt umgebogenen Stücke erweitern sich später zu Platten, welche sich mit den übrigen gleichartigen Platten schliesslich zu einem hutartigen Gebilde vereinigen. Jeder der eben beschriebenen erst senkrecht herabsinkenden, dann horizontal weiter schreitenden und dann noch einmal senkrecht ansteigenden Fäden bleibt streng in einer verticalen Ebene, so dass sie vollkommen den Anblick umgebogener Drähte darbieten.

Hiebei ist es für die Klarheit des Bildes von Vortheil, dass die Probeflüssigkeit bei niedrigeren Temperaturen weniger diffundirt, da in Folge dessen die Fäden im unteren Theile des Gefässes weit compacter werden als im oberen.

Bei der Versuchsreihe, nach welcher die Zeichnung entworfen wurde, war der in Fig. 4 b dargestellte Zustand in einer Stunde erreicht. Als ich inzwischen fortgegangen war und das Ganze sich selbst, also auch die Flüssigkeit im unteren Gefässe der Erwärmung durch die Zimmerluft überlassen hatte, fand ich, dass sich nach drei weiteren Stunden die ganze Farbmenge wesentlich in zwei Theile getrennt hatte. Die Erscheinung bot den in Fig. 4 c versinnlichten

Anblick dar. Offenbar hatte sich die Flüssigkeit, welche drei Stunden früher die Glocke gebildet hatte, an der Wandung des Glases in die Höhe gezogen, wie man schon nach den beiden Gebilden vermuthen konnte, welche in Fig. 4 b auf Seiten der Einschnürung angedeutet sind. Diese Masse hat alsdann wieder den Weg nach abwärts angetreten, während im unteren Theile des Glases ein eigener Kreislauf die Diffusion bereits zu ziemlich vollständigem Abschlusse gebracht hat.

Der eben beschriebene Versuch erfährt eine sehr interessante Modification, wenn man die Abkühlung im unteren Theile des Glases soweit treibt, dass die Temperatur unter 4° herabsinkt.

Man erreicht dies, indem man das Gefäss, welches den Fuss des Becherglases umgiebt, anstatt mit Wasser mit Eis füllt.

In diesem Falle hat man an dem Umfange des Glases ebenso wie bei dem vorigen Versuche oben eine Zone der Erwärmung unten eine solche der Abkühlung, da diese Abkühlung aber in dem untersten Theile so weit geht, dass die Wassertemperatur unter 4° herabsinkt, so wirkt sie dort ebenso wie im oberen Theile des Glases eine Erwärmung d. h. sie hat Aufsteigen des Wassers zur Folge.

Man hat demnach unter diesen Bedingungen an der Gefässwandung oben und unten einen aufsteigenden, zwischen drin einen absteigenden Strom und die Grenzlinie von beiden wird eben in der Gegend des Dichtigkeitsmaximums des Wassers liegen.

Den hiebei zu Stande kommenden Stromlauf findet man in Fig. 5 a schematisch dargestellt. Fig. 5 b dagegen zeigt die Figur, wie sie etwa nach einer Stunde erhalten wurde. Sie erinnert im oberen Theile lebhaft an Fig 4 b und thatsächlich spielen sich die ersten Phasen des Versuches ebenso ab, wie bei dem vorigen und erst wenn das glockenartige

Gebilde nahezu fertig ist, machen sich Unterschiede geltend. Während nämlich bei dem vorigen Versuche der Rand der Glocke nach aussen nur wenig connex war, so ist er es nun viel mehr und während im vorigen Versuche von diesem Rande aus einzelne Fäden senkrecht abwärts fielen, so ziehen sie sich nun in beinahe horizontaler Richtung vom Rande nach innen um bei Annäherung an die Axe allmälig in anscheinend parabolischen Bahnen herabzusinken.

Führt man die beiden zuletzt beschriebenen Versuche nebeneinander aus, so hat man in ihnen ein vortreffliches Mittel, das Vorhandensein eines Dichtigkeitsmaximums des Wassers auch einem grossen Auditorium in recht augenfälliger Weise anschaulich zu machen.

Ich habe diese Versuche noch in der mannigfaltigsten Weise abgeändert, will jedoch von der weiteren Beschreibung absehen, da hiebei kein principiell neues Resultat erzielt worden ist. Nur einige wenige mögen noch ganz kurze Erwähnung finden.

Zunächst hat es schon ein gewisses Interesse die Strömungen zu verfolgen, welche man erhält, wenn man Wasser von weniger als 4° einfach der Erwärmung durch die Zimmerluft überlässt. Alsdann tritt eine Umkehr in der Strömungsrichtung ein sowie an einzelnen Stellen das Dichtigkeitsmaximum überschritten wird, ein Umschlag, der sich auch beim Gefrieren unserer Gewässer in grossem Maassstabe geltend machen muss.

Eine hübsche Erscheinung erhält man auch, wenn man ein hohes Cylinderglas ungefähr in der Mitte mit einer durch Kautschukringe gedichteten Blechrinne umgiebt und diese mit Eis füllt. Die Farbmengen, welche früher die Quasten bildeten, gestalten sich alsdann zu flach gedrückten Schichten um, wie sie z. B. in Fig. 6 der Tafel dargestellt sind.

Auch ein anderer Versuch darf nicht unerwähnt bleiben, da er nach verschiedenen Richtungen hin weitere Verfolgung

gestattet. Er entsprang aus dem Bestreben auf der Oberfläche Cohäsionsfiguren mit mehreren Centren hervorzubringen.

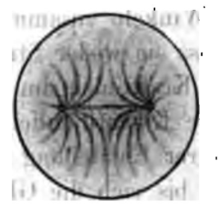
Dies kann man dadurch erreichen, dass man in einzelnen senkrechten Linien eine länger andauernde Abkühlung unterhält und hiezu bietet die Wärmeleitung ein bequemes Hülfsmittel.

Biegt man dicke Kupferdrähte U-förmig Fig. 3 um und stellt man jeweils den einen Schenkel eines solchen U in ein mit Eis gefülltes Gefäss, während man den anderen Schenkel in das Becherglas mit Wasser eintauchen lässt, wobei man natürlich für einen Schirm Sorge tragen muss, der einen Wärme-Austausch durch Strahlung zwischen den beiden Gefässen verhindert, dann sieht man alsbald nach Aufbringen der Probeflüssigkeit einen farbigen Strom an jedem der beiden Drähte niedersteigen, auf der Oberfläche aber entsteht die

Fig. 3.



Fig. 4.



hier nebenan in Fig. 4 dargestellte Figur. Uebrigens hat man gar nicht nöthig, abgekühlte Körper in die Flüssigkeit einzutauchen, es genügt vielmehr zwei mit Schnee gefüllte Proberöhrchen von oben her bis auf wenige Millimeter der Oberfläche zu nähern um in Folge von Strahlung und Herabsinken kalter Luft sofort unterhalb jedes Röhrchens einen absteigenden Strom und damit die nämliche Figur wie oben beschrieben zu erhalten.

Wie bedeutend solche Strahlungseinflüsse von oben her einwirken, kann man auch sichtbar machen, indem man

einen erhitzten Glasstab nahe über der Flüssigkeitsoberfläche anbringt. Hiedurch wird unterhalb ein aufsteigender Strom hervorgerufen, der in dem Falle, wo man zuerst die Radfigur erzeugt hatte, zu höchst interessanten Deformationen Veranlassung gibt.

Die in Fig. 4 verzeichneten Stromlinien tragen das charakteristische Gepräge der stationären Strömung an sich und erinnern insoferne an die Stromlinien, welche man erhält, wenn in eine unendliche leitende Platte an zwei Punkten gleichstarke galvanische Ströme eintreten oder auch an die Kraftlinien zwischen zwei gleichstarken gleichnamigen Magnetpolen, vorausgesetzt, dass diese Pole in einer auf beiden Magneten senkrechten Ebene liegen.

Dagegen unterscheiden sich diese Linien in ihrem Verlaufe ganz wesentlich von den Strahlen, welche zwei gleichzeitig erzeugte positive Lichtenberg'sche Figuren zeigen. Die letzteren stossen zum Theile an der Symmetralaxe unter stumpfen Winkeln zusammen und lassen dadurch sofort erkennen, dass sie weder Stromlinien einer stationären Strömung noch Kraftlinien im gewöhnlichen Sinne des Wortes sind. Diese Eigenthümlichkeit weist vielmehr darauf hin, dass bei ihrer Entstehung die Zeit in Frage kommt, welche verstreicht bis sich die Gleichgewichtsstörung von den Einströmungspunkten aus fortpflanzt und spricht dadurch ausserordentlich zu Gunsten der schon früher von mir gegebenen Erklärung dieser Erscheinungen.[1])

Ich behalte mir vor, bei einer anderen Gelegenheit auf diesen Punkt zurückzukommen.

Dass man in der eben geschilderten Anordnung ein vortreffliches Mittel besitzt, um den bekannten Ingenhouss'schen Versuch über Wärmeleitung in eine neue Form zu bringen, bedarf wohl nur der Erwähnung.

---

1) Pggdff. Ann. Bd. CXLIV S. 532.

## II. Strömungen in geschichteten Flüssigkeiten.

Bei Ausführung der eben geschilderten Versuche lag die Frage nahe, ob man in der benutzten farbigen Flüssigkeit nicht auch für das Studium der Diffusionserscheinungen ein passendes Hülfsmittel besitze.

Ich füllte deshalb das benutzte Becherglas einige Centimeter hoch mit concentrirter Kochsalzlösung, legte auf dieselbe ein leichtes rundes Brettchen und gab nun in der bekannten Weise mit einer Pipette Wasser auf und schliesslich die Probeflüssigkeit.

Das Resultat war äusserst überraschend.

Während ich erwartet hatte, dass erst in der Nähe der durch die totale Reflexion erkennbaren Trennungsfläche von Salzlösung und Wasser eine Aenderung der bei Wasser allein beobachteten Erscheinungen eintreten würde, zeigte sich, dass die Verhältnisse schon in geringer Entfernung unter der Oberfläche ganz andere waren als bei den oben beschriebenen Versuchen.

Von der oft erwähnten Quaste kam nur das oberste Stück zu Stande, die einzelnen Fäden bogen nach der Einschnürung rasch um und erweiterten sich etwa 2 Centimeter unter der Oberfläche zu einer horizontalen Schicht, die bei Annäherung an den Rand sich aufbug, so dass man in diesem obersten Theile des Glases einen in sich geschlossenen Kreislauf hatte, aus dem kaum Spuren in die unteren Schichten übertraten.

Um nun die Vorgänge unterhalb der genannten Schicht zu beobachten, blieb nichts anderes übrig, als die erneute Aufgabe einer kleinen Menge Probeflüssigkeit.

Wenn nämlich die Oberfläche schon einmal mit der Tinte überzogen war, so breitet sich ein neu aufgegebener Tropfen der Probeflüssigkeit nicht mehr aus, quillt auch nicht mehr viel auf, sondern sinkt einfach in die Tiefe, einen

violetten Faden hinter sich nachziehend. Dieser Faden muss nun allmälig von den im Inneren vor sich gehenden Bewegungen ergriffen werden und dadurch ein Bild derselben geben.

Dieser Faden erfuhr in dem vorliegenden Falle eine Menge Knickungen und eine genauere Untersuchung ergab, dass die Anzahl dieser Knickungen von der Zahl der Füllungen abhing, welche man mit der Pipette vorgenommen hatte. Mit der Zeit aber wurden von dem Probefaden Anhängsel abgetrennt, die deutlich zeigten, dass die Knickungen einzelnen Schichten der Flüssigkeit entsprachen, in deren jeder ein eigener Kreislauf vor sich ging.

In die concentrirte Lösung konnten auch diese Probefäden nicht mehr eindringen und wurde die Grenze zwischen Wasser und Salzlösung nur von einzelnen kleinen Farbpartikelchen, die den Anblick von Stäubchen boten, durchsetzt.

Die eigenthümliche Schichtenbildung hatte ihren Grund offenbar darin, dass der Schwimmer, auf welchen ich das Wasser aus der Pipette fliessen liess, jedesmal eine Erschütterung erfuhr, wenn von neuem mit der Aufgabe von Wasser begonnen wurde.

Dadurch wurde die jeweils oberste Schichte jedesmal in Unruhe versetzt, was eine ähnliche Wirkung haben musste wie ein leichtes Umrühren und den Transport von etwas Salz aus der darunter liegenden Schichte in die eben entstehende zur Folge hatte.

Durch das absatzweise Aufgeben von Wasser wurden demnach Schichten verschiedener Concentration erzeugt, wobei jedoch die Unterschiede im Concentrationsgrade nur sehr geringfügige sein konnten.

Um dies nachzuweisen stellte ich nun absichtlich solche Schichten verschieden concentrirter Kochsalzlösung her und bemühte mich anderseits Beunruhigungen des Schwimmers bei

Aufgabe neuer Wassermengen so viel als irgend möglich zu vermeiden.

Dass es sich hiebei nur um Minimaldifferenzen handelt geht schon aus dem eben Gesagten hervor, noch mehr aber aus den folgenden Versuchen.

1. Bringt man in ein etwa 800 cbcm fassendes mit Wasser gefülltes Becherglas einen einzigen Tropfen concentrirter Kochsalzlösung, so entsteht am Boden des Glases eine etwa 1 cm hohe Schicht Salzlösung, in welche die Probeflüssigkeit nicht mehr eindringt, sondern über welche die Köpfe der Fäden nach dem Umbiegen hinweggleiten wie über eine feste Unterlage. Nach einer rohen Schätzung enthält diese Schicht nicht einmal $^1/_{100}$ Procent Kochsalz und trotzdem ist dieser kleine Unterschied hinreichend die Betheiligung dieser Schicht an dem allgemeinen Kreislaufe zu hindern. Im specifischen Gewichte würde dies einen Unterschied von weniger als 0,0001 bezeichnen.

2. Das Glas wurde mit Brunnenwasser gefüllt, aber nicht ganz, so dass noch eine Schicht destillirten Wassers aufgegeben werden konnte. Der freilich grössere Unterschied zwischen dem specifischen Gewichte des Münchener Brunnenwassers (Quellen des Mangfallthales) von 0,001 war ebenfalls hinreichend, um ein Eindringen der hektographischen Tinte, soferne sie nicht ein zweitesmal als sogenannter Probetropfen aufgebracht wurde, aus der oberen Wasserschicht in die untere zu verhindern.

Zum Zwecke der genaueren Untersuchung wurden nun Schichten von ganz bestimmtem Salzgehalte hergestellt und zwar folgendermassen:

Zu 10 cbcm bei Zimmertemperatur (etwa 18° C.) gesättigter Kochsalzlösung fügte ich 100 cbcm Brunnenwasser und goss von der so erhaltenen Lösung 100 cbcm in das zur Untersuchung bestimmte Becherglas.

Die übrigbleibenden 10 cbcm der Lösung verdünnte ich

wieder mit 100 cbcm Wasser und brachte mit Hülfe einer Pipette und unter Anwendung des Schwimmers hievon wieder 100 cbcm vorsichtig in das Becherglas. Diess wiederholte ich noch 5 mal und fügte ganz zum Schlusse noch 100 cbcm Brunnenwasser als oberste Schicht hinzu.

Auf diese Weise wurden 8 Schichten erhalten, von denen die oberste, abgesehen von dem dem Münchener Brunnenwasser eigenen Salzgehalte gar kein Kochsalz enthielt, die übrigen aber von unten her der Reihe nach folgende Mengen in Procenten der Lösung: I 2,84; II 0,26; III 0,02; IV 0,002; V 0,0002; VI 0,00002; VII 0,000002.

Die oberste Schichte (VIII) und die ihr benachbarte (VII) unterscheiden sich demnach nur um einen Salzgehalt von $^1/_{500000}$ Procent, was einer Differenz des specifischen Gewichtes von etwa 0,000 00001 entsprechen würde.

Hiebei kann ich freilich nicht verschweigen, dass ich diese Angabe nur für eine sehr rohe Annäherung halte, da es mir nicht unwahrscheinlich dünkt, dass der Holzschwimmer bei dem allmäligen Uebergange von den tieferen Schichten zu der höheren concentrirten Lösung von unten mitnimmt.

Eine nachträgliche Untersuchung des Concentrationsgrades der oberen Schichten scheint mir schon deshalb unmöglich, weil man zu diesem Zwecke den betreffenden Schichten bestimmte Mengen entnehmen müsste, womit jederzeit die Gefahr verbunden wäre, durch Aufrühren der Lösung die Concentration zu verändern.

Aber selbst wenn man den oben angegebenen Zahlenwerthen keinen hohen Grad von Genauigkeit beimisst, so sind sie doch jedenfalls genügend um die Ueberzeugung zu begründen, dass ganz minimale Differenzen im specifischen Gewichte hinreichen, um eine solche Schichtung hervorzurufen und getrennte Kreisläufe in den einzelnen Schichten zu bedingen.

Denn thatsächlich bot sich etwa eine Stunde nach dem

Aufgeben der Anblick wie in Fig. 7 der Tafel versinnlicht, nach Hinzufügung eines Probetropfens aber bald darauf das Bild, das Fig. 8 wiedergiebt.

Alles zusammengefasst kommt man zu dem Ergebnisse. dass man mit Hülfe der hektographischen Tinte in Wassermassen eine Menge Vorgänge sichtbar machen kann, deren Studium sonst grosse Schwierigkeiten bietet.

„Zunächst eignet sich diese Substanz vortrefflich zur Anstellung verschiedener Versuche über die Spannung der Flüssigkeitshaut beziehungsweise über Oberflächenelasticität und elastische Nachwirkung in Wasser".

„Ferner kann man durch dieses Hülfsmittel, stationäre oder nahezu stationäre Strömungen in der Oberfläche und im inneren von Wassermassen sichtbar machen, deren Verfolgung wegen der Analogieschlüsse, die man in anderen Gebieten der Physik daran knüpfen kann, erhöhtes Interesse darbietet".

„Endlich kann man auf diesem Wege nachweisen, wie leicht in Lösungen, selbst bei Minimaldifferenzen im Concentrationsgrade, Schichtenbildung eintritt, und wie alsdann die kleinsten Unterschiede in der Temperatur hinreichen, um in jeder solchen Schichte einen besonderen Kreislauf hervorzurufen, ein Umstand, der bei Untersuchungen über Diffusion nicht unberücksichtigt bleiben darf".

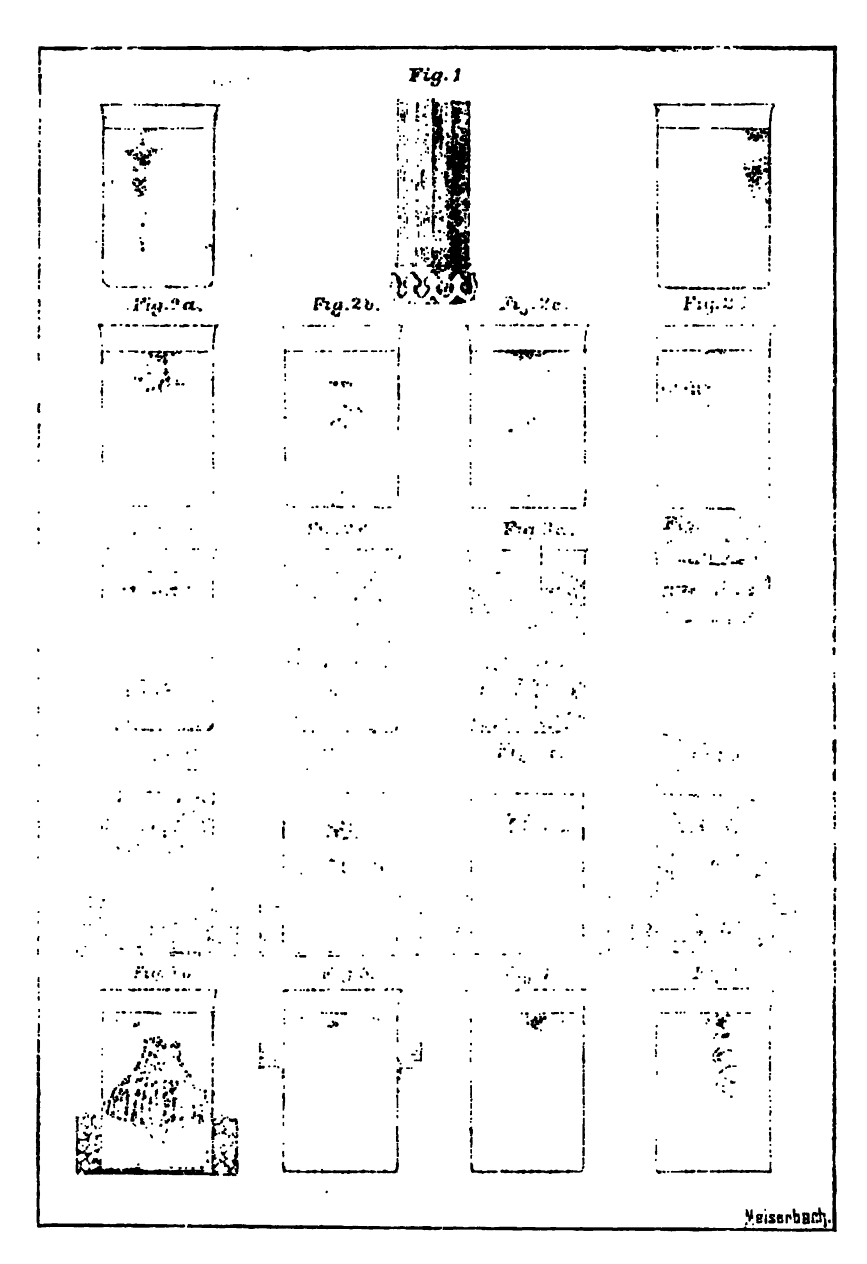
---

Herr W. v. Beetz überreicht eine in dem physikalischen Institute der Würzburger Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. Karl Strecker:

„Ueber eine Reproduktion der Siemens'schen Quecksilbereinheit",

welche in den Denkschriften veröffentlicht werden wird.

---



## Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften.

(Juli bis Dezember 1884.)

### Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

*Société d'émulation in Abbeville:*

Mémoires. 3e. Sér. Vol. 3. 1884. 8⁰.

*Observatory in Adelaide:*

Meteorological Observations 1881. 1884. Fol.

*Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes in Altenburg:*

Mittheilungen aus dem Osterlande. N. F. Bd. II. 1884. 8⁰.
Catalog der Bibliothek der Gesellschaft. 1884. 8⁰.

*Société Royale de Zoologie in Amsterdam:*

Nederlandsch Tijdschrift voor de Dierkunde. Jaargang V. 1884. 8⁰.
Bijdragen tot de Dierkunde. Aflev. X. 1884. Fol.

*Johns Hopkins University in Baltimore:*

The Development and Protection of the Oyster by W. K. Brooks. 1884. 4⁰.
American Journal of Mathematics. Vol. VII. 1884. 8⁰.

*Niederländisch-Indische Regierung in Batavia:*

Regenwarnemingen in Nederlandsch-Indië. 5. Jaarg. 1884. 8⁰.

*Kgl. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië in Batavia:*

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 42 & 43. 1883 & 1884. 8⁰.

*K. Preussische Akademie der Wissenschaften in Berlin:*

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke. Suppl.-Bd. 1884. 4⁰.

*Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:*

Zeitschrift. Bd. 36. 1884. 4⁰.

*Centralbureau der europäischen Gradmessung in Berlin:*

Verhandlungen der VII. allgemeinen Conferenz der europäischen Gradmessung. 1884. 4⁰.

Rapport sur les triangulations par A. Ferrero. Florenz 1884. 4⁰.
Die gegenseitige Lage der Sternwarten zu Altona und Kiel von C. F. W. Peters. Kiel 1884. 4⁰.

*Kgl. technische Hochschule in Berlin:*

Festschrift zur Feier der Einweihung ihres neuen Gebäudes am 2. November 1884. 4⁰.

*Redaktion der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:*

Zeitschrift. 5. Jahrgang. 1885. 8⁰.

*Naturforschende Gesellschaft in Bern:*

Mittheilungen. Jahrgang 1884. 8⁰.

*Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:*

Verhandlungen in Zürich 7.—9. August 1883. Zürich 1883. 8⁰.
Compte rendu des travaux à Zurich les 7—9 août 1883. Genève 1883. 8⁰.

*Philosophical Society in Birmingham:*

Proceedings. Vol. IV. 1884. 8⁰.

*Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:*

Verhandlungen. 41. Jahrgang. 1884. 8⁰.

*American Academy of Arts and Sciences in Boston:*

Proceedings. Vol. XIX. 1883—84. 8⁰.

*Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:*

Abhandlungen. Bd. IX. 1884. 8⁰.

*Royal Society of Queensland in Brisbane:*

Proceedings. Vol. I. 1884. 8⁰.

*Académie Royale de médecine in Brüssel:*

Mémoires couronnés. Collection in 8⁰. Tom. VII. 1884. 8⁰.

*Observatoire Royal in Brüssel:*

Annales astronomiques. Nouv. Sér. Tom. 4. & 5. 1883 & 1884. 4⁰.
Vade-mecum de l'astronomie par J. C. Houzeau. 1882. 8⁰.
Bibliographie générale de l'Astronomie par J. C. Houzeau et A. Lancaster. Tom. II. 1882. 8⁰.
Diagrammes des Météorographie van Rysselberghe. Années 1879—1882. 1883. Fol.
Annuaire de l'Observatoire Royal 1882. 1883. 1884. 1881—83. 8⁰.
Exposition critique de la méthode de Wronski par Ch. Lagrange. 1882. 4⁰.
Observations météorologiques. 4. Année 1880. 1884. 4⁰.

*Academia Romana in Bukarest:*

Cabinetulu de Fisica de Em. Bacaloglu 1884. 4⁰.

*Société Linnéenne de Normandie in Caen:*

Bulletin. 3ᵉ. Sér. Vol. 7. 1883. 8⁰.

*Geological Survey Office in Calcutta:*

Palaeontologia Indica. Ser. X. Vol. III. 1884. Fol.

*Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:*

Observations. 1884. Fol.

*Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge. U. S. A.*

Annals. Vol. XIV. 1884. 4⁰.

*Museum of comparative Zoology at Harvard College in Cambridge, Mass.:*

Memoirs. Vol. XII. XIII. The Water Birds of North America. Vol. 1. 2. Boston. 1884. 4⁰.

Annual Report of the Curator for 1883—84. 8⁰.

*American Philosophical Association in Cambridge, Mass.:*

Transactions. Vol. XIV. 1883. 1884. 8⁰.

*Accademia Gioenia di scienze naturali in Catania:*

Atti. Ser. III. Tom. XVII. 1883. 4⁰.

*American Medical Association in Chicago:*

Journal. Vol. III. 1884. 8⁰.

*Committee der Norwegischen North-Atlantic Expedition in Christiania:*

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—78. XI. Zoologi. Asteroidea ved D. C. Danielssen og Johan Koren. 1884. Fol.

*Naturforschende Gesellschaft in Danzig:*

Schriften. N. Folge. Bd. VI. 1884. 8⁰.

*Universität in Dorpat:*

Meteorologische Beobachtungen a. d. Jahren 1877—80. 1884. 8⁰.

*Observatory of Trinity College in Dublin:*

Astronomical Observations. Part. V. 1884. 4⁰.

*Physikalischer Verein in Frankfurt a/M.:*

Jahresbericht für das Jahr 1882/83. 1884. 8⁰.

*Observatoire astronomique in Genf:*

Résumé météorolog. de l'année 1883 pour Genève et le Grand Saint-Bernard par A. Kammermann. 1884. 8⁰.

*Museo civico di Storia naturale in Genua:*

Annali. Vol. 18—20. 1883—84. 8⁰.

*Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:*

23. Bericht. 1884. 8⁰.

*Naturforschende Gesellschaft in Görlitz:*

Abhandlungen. XVIII. Bd. 1884. 8⁰.

*Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:*

Mittheilungen. XX. Vereinsjahr 1883. 1884. 8⁰.

*Redaction des Archivs in Greifswald:*

Archiv für Mathematik und Physik.
Inhaltsverzeichniss zu Theil 55—70. Leipzig 1884. 8⁰.

*Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle a/S.:*

Nova Acta. Vol. 45. 46. 1884. 4⁰.

*Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg:*

Abhandlungen. Bd. VIII. 1884. 4⁰.

*Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde in Hanau:*

Katalog der Bibliothek. 1883. 8⁰.

*Société Hollandaise des sciences in Harlem:*

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. XIX. 1883—84. 8⁰.

*Musée Teyler in Harlem:*

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. II. 1884. 8⁰.

*Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:*

Meddelanden. Höft 9. 10. 1883. 8⁰.

*Verein für siebenbürgische Landeskunde in Herrmanstadt:*

Jahresbericht f. d. J. 1883/84. 1884. 8⁰.

*Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Herrmanstadt:*

Verhandlungen und Mittheilungen. 34. Jahrgang. 1884. 8⁰.

*Royal Society of Tasmania in Hobart Town:*

Papers and Proceedings 1882. 1883. 1883. 1884. 8⁰.

*Grossherzogliche Sternwarte in Karlsruhe:*

Veröffentlichungen, herausg. von W. Valentiner. Heft 1. 1884. 4⁰.

*Verein für Naturkunde in Kassel:*

XXXI. Bericht 1883—84. 1884. 8⁰.
Statuten des Vereins. 1884. 8⁰.
Bibliotheca Hassiaca. Repertorium der Landeskundlichen Litteratur für den preuss. Reg.-Bez. Kassel. Bearbeitet von Karl Ackermann. 1884. 8⁰.
Bestimmung der erdmagnetischen Inklination von Kassel von Karl Ackermann. 1884. 8⁰.

*Ministerial-Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel:*

Ergebnisse. Jahrg. 1883. Berlin 1884. 4⁰.

*Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Königsberg:*

Schriften. 24. Jahrg. 1883. 1883—84. 8⁰.

*Société Vaudoise des sciences naturelles in Lausanne:*

Bulletin. 2ᵉ. Sér. Vol. XX. 1884. 8⁰.

*K. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:*

Berichte. Mathem.-phys. Classe 1883. 1884. 8⁰.
Abhandlungen. Math.-phys. Classe. Bd. XIII.

*R. Astronomical Society in London:*

Memoirs. Vol. 48. 1884. 4⁰.
Monthly Notices. Vol 45. 1884. 8⁰.

*Her Majesty's Stationery Office in London:*

Report on the Scientific Results of the Voyage of the Challenger. Narrative. Vol. 2.
Zoology. Vol. 1—10. (Text u. Atlas.) 1884. 4⁰.
Physics and Chemistry. Vol. 1. 1880—83. 4⁰.

*Zoological Society in London:*

Proceedings. 1884. 8⁰.

*Royal Institution of Great Britain in London:*

Proceedings. Vol. X. 1883. 8⁰.

*Linnean Society in London:*

Transactions. 2. Series. Zoology. Vol. III. 1883—84. 8⁰.
Journal. Zoology. Vol. XVII. Nr. 101. 102.
Botany. XX. XXI. Nr. 130. 131. 132. 1883—84. 8⁰.
Proceedings. (From Nov. 1882 to Octob. 1883.) 1883. 8⁰.
List of Fellows. October 1883. 8⁰.

*Société géologique de Belgique in Lüttich:*

Catalogue des ouvrages de géologie par G. Dewalque. 1884. 8⁰.

*Académie des Sciences in Lyon:*

Mémoires. Classe des sciences. tom. 26. Paris. 1883—84. gr. 8°.

*Washburn Observatory of the University of Wisconsin in Madison:*

Publications. Vol. II. 1884. 8°.

*Meteorological Reporter of the Government in Madras:*

Administration Report for the year 1883—84. 8°.

*R. Osservatorio di Brera in Mailand:*

Pubblicazioni. Nr. XXIV u. XXVI. 1883 u. 1884. 4°.

*Società italiana di scienze naturali in Mailand:*

Atti. Vol. XXVI. 1883—84. 8°.

*Observatorio astronómico zu Tacubaya in Mexico:*

Anuario. Año 5. 1884. 8°.

*Sociedad de historia natural in México:*

La Naturaleza. Tomo VII. 1883—84. 4°.

*Royal Society of Canada in Montreal:*

Proceedings and Transactions. Vol. I. 1882—83. 8°.

*Société Impériale des Naturalistes in Moskau:*

Nouveaux Mémoires. Tom. XV. 1884. 4°.
Bulletin. 1884. 8°.

*Connecticut Academy of Arts and Sciences in New-Haven:*

Transactions. Vol. VI. 1884. 8°.

*Academy of Sciences in New-York:*

Annals. Vol. III. 1883. 8°.

*Redaction des American Journal of Science in New-Haven:*

The American Journal of Science. Vol. XXVII. Nr. 161 und 162. Vol. XXVIII. Nr. 163. 1884. 8°.

*Radcliffe Observatory in Oxford:*

Results of astronomical Observations in the year 1881. Vol. XXXIX. 1884. 8°.

*Académie des sciences in Paris:*

Comptes rendus. Tom. 99. 1884. 4°.

*Ministère de l'Instruction publique in Paris:*

Oeuvres d'Augustin Cauchy. 1. Série. Tom. 4. 1884. 4°.

*Société de géographie in Paris:*

Bulletin. 1884. 8⁰.

*Bureau international des poids et mesures in Paris:*

Travaux et Mémoires. Tom. III. 1884. 4⁰.

*Museum d'histoire naturelle in Paris:*

Nouvelles archives. 2ᵉ. Serie. Tom. 6. 1884. 4⁰.

*Société zoologique de France in Paris:*

Bulletin. 1884. 8⁰.

*K. ungarische geologische Anstalt in Pest (Budapest):*

Jahresbericht für 1883. 1884. 8⁰.
Katalog der Bibliothek und Kartensammlung der k. ungarischen geologischen Anstalt von Robert Farkass. 1884. 8⁰.

*Geologisches Comité in Petersburg:*

Iswestija. Tom. III. 1884. 8⁰.

*Academy of natural Sciences in Philadelphia:*

Proceedings. 1884. 8⁰.
Journal. Second Series. Vol. IX. 1884. 4⁰.

*American Pharmaceutical Association in Philadelphia:*

Proceedings at the 31ˢᵗ. annual Meeting held at Washington, September 1883. 1884. 8⁰.

*American philosophical Society in Philadelphia:*

Proceedings. Vol. XXI. Nr. 115. 1884. 8⁰.

*K. K. Sternwarte in Prag:*

Astronomische Beobachtungen im Jahre 1883. 44. Jahrg. 1884. 4⁰.

*Verein böhmischer Mathematiker in Prag:*

Casopis. Bd. XIII. 1884. 8⁰.

*Naturwissenschaftlicher Verein in Regensburg:*

Correspondenz-Blatt. 37. Jahrgang. 1883. 8⁰.

*Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:*

Atti. Anno XXXVI. 1883. 4⁰.

*Canadian Institute in Toronto:*

Proceedings. 1884. 8⁰.

*Museo civico di storia naturale in Triest:*

Atti. Vol. VII. 1884. 8⁰.

*Universität in Upsala:*

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XV. Année 1883. 1883—84. 4⁰.

*Institut Royal Météorologique des Pays-Bas in Utrecht:*

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1883. Deel I. 1884. 4⁰
Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1877. Deel II. 1884. 4⁰.

*Department of Agriculture in Washington:*

Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1883. 8⁰.

*U. S. Coast Survey Office in Washington:*

Report of the Superintendent for the year ending with June 1882. 1883. 4⁰.

*Bureau of Navigation, Navy Department in Washington:*

Astronomical Papers. Vol. II. III. 1883—84. 4⁰.

*Surgeon General. U. S. Army in Washington:*

Index Catalogue of the Library. Vol. V. 1884. 8⁰.

*U. S. geological Survey Office in Washington:*

Mineral Resouras of the United States by Albert Williams. 1883. 8⁰.

*War Department, U. S. of Am. in Washington:*

Professional Papers of the Signal Service. Nr. XIV. 1884. 4⁰.

*Landwirthschaftliche Centralschule in Weihenstephan:*

Jahresbericht pro 1883/84. Freising 1884. 8⁰.

*K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien:*

Denkschriften. Mathematisch-naturw. Klasse. Bd. 47. 1883—84. 4⁰.
Sitzungsberichte. Mathematisch-naturw. Klasse. I. Abt. Bd. 88. 89. II. Abt. Bd. 88. 89. III. Abt. Bd. 88. 89. 1883—84. 8⁰.

*Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:*

Schriften. Bd. 24. Jahrg. 1883/84. 1884. 8⁰.

*K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:*

Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1884. 1884. 8⁰.

*Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:*

Mittheilungen. 31. Heft. 1884. 4⁰.

**Von folgenden Privaten:**

*Herr Paul Albrecht in Brüssel:*

Sur les spondylocentres épipituitaires du crâne. 1884. 8⁰.
Sur la valeur morphologique de la trompe d'Eustache. 1884. 8⁰
Ueber die morphologische Bedeutung der Kiefer-, Lippen- und Gesichtsspalten. s. l. 1884. 8⁰.

*Herr Paul Brunbauer in München:*

Der Einfluss der Temperatur auf das Leben der Tagfalter. 1884. 8⁰.

*Herr Maximiano Marquès de Cervalho in Rio de Janeiro:*

Pathogenia e prophilaxia do cholera-morbus. 1884. 8⁰.

*Madame la Marquise de Colbert Chabanais in Paris:*

Oeuvres complètes de Laplace. Tom. 6. 1884. 4⁰.

*Herr Ed. Hébert in Paris:*

Notes sur la géologie du département de l'Ariège. 1882. 8⁰.
Sur la position des calcaires de l'Échaillon. 1881. 8⁰.

*Herr Albert Kölliker in Würzburg:*

Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen. 2. Aufl. Leipzig 1884. 8⁰.

*Herr Hermann Kolbe in Leipzig:*

Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. 30. 1884. 8⁰.

*Herr H. Carvill Lewis in Germantown, Pennsylvania:*

On supposed glaciation in Pennsylvania. New-Haven 1884. 8⁰.

*Herr Rafael Malleu in Mexico:*

Nuevos métodos astronómicos. 1884. 8⁰.

*Herr Ferdinand von Müller in Melbourne:*

Eucalyptographia. IX[th] Decade. 1883. 4⁰.

*Herr R. T. Muñoz de Luna in Madrid:*

El Cólera – morbo asiático. Importancia del ácido hiponítrico considerado como desinfectante agente profiláctico y curativo. 1884. 8⁰.

*Herr Ph. Plantamour in Genf:*

Des Mouvements périodiques du sol (Sixième année). 1884. 8⁰.

*Herr Ernst Rethwisch in Neckarsteinach:*

Der Irrthum der Schwerkrafthypothese. 2. Aufl. Freiburg 1884. 8⁰.

*Herr Gustav Retzius in Stockholm*:

Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Abth. II. 1884. Fol.

*Herr Emil Rosenberg in Dorpat:*

Untersuchungen über die Occipitalregion des Cranium einiger Selachier. 1884. 4⁰.

*Herr Arcangelo Scacchi in Neapel:*

Nuove ricerche sulle forme cristalline dei paratartrati acidi di ammonio e di potassio. 1884. 4⁰.

*Herr Rudolf Wolf in Zürich:*

Astronomische Mittheilungen. Nr. XLII. 1884. 8⁰.

## Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II.

am 25. Juli 1884.

### Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 21. Juni vorgenommene Wahl neuer Mitglieder hatte die allerhöchste Bestätigung erhalten, und zwar:

A. Als ausserordentliches Mitglied:

Dr. Otto Fischer, Privatdozent der Chemie an der k. Universität München.

B. Als auswärtiges Mitglied:

Dr. August Weismann, grossherzogl. badischer geheimer Hofrath und ordentlicher Professor der Zoologie an der Universität Freiburg i. B.

C. Als correspondirende Mitglieder:

Dr. Jakob Lüroth, ordentl. Professor der Mathematik an der Universität Freiburg i. B.

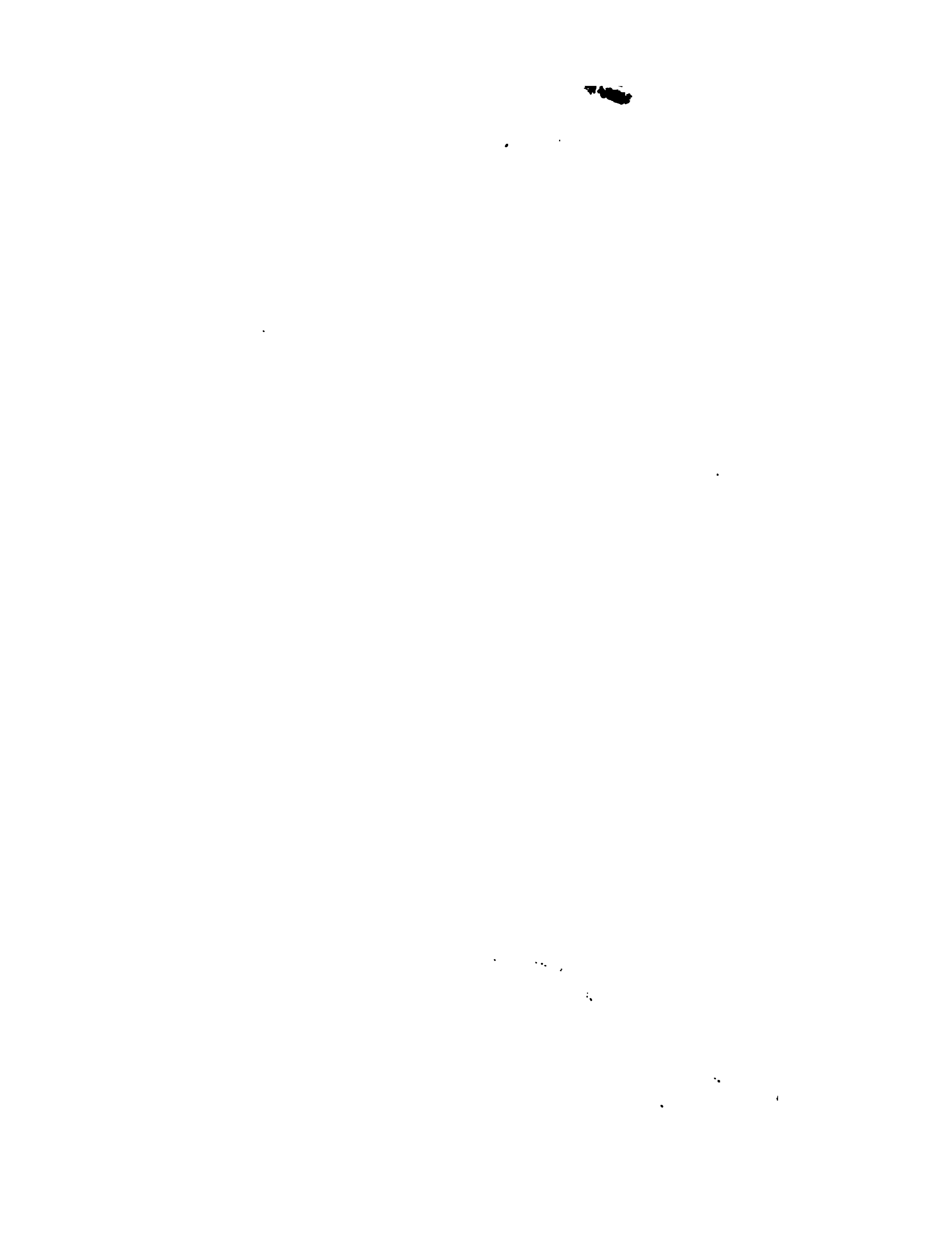
Dr. August Wilhelm Eichler, ordentl. Professor der Botanik an der Universität Berlin.

Dr. Agostino Tódaro, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens zu Palermo.

# Namen-Register.

# Sach-Register.


LIBRARY







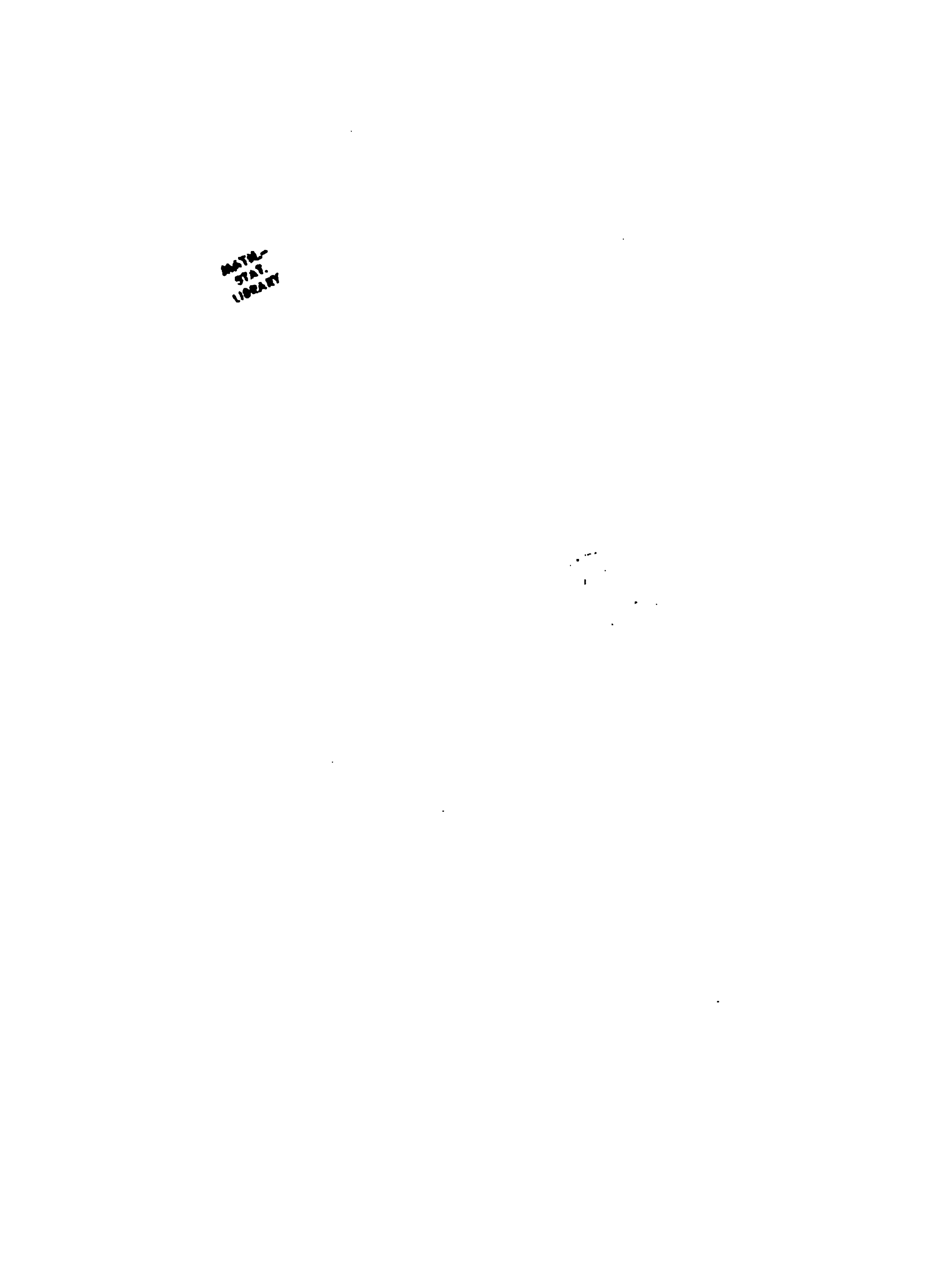


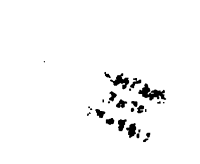


UC-NRLF
B 3 976 217









# Sitzungsberichte

der

## mathematisch-physikalischen Classe

der

## k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band X. Jahrgang 1880.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1880.

In Commission bei G. Franz.

## Uebersicht
### des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. X
### Jahrgang 1880.

*Oeffentliche Sitzung zur Feier des 121. Stiftungstages der Akademie am 20. März 1880.*



*Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 28. Juli 1880.*



*Sitzung vom 8. November 1879.*



*Sitzung vom 6. Dezember 1879.*



*Sitzung vom 3. Januar 1880.*



*Sitzung vom 7. Februar 1880.*

*Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juli 1879.*




# Sitzungsberichte
der
## königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

### Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. November 1879.

Herr Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski überreicht ein Exemplar des IV. Bandes der „Reisen in Indien und Hochasien", und berichtet über denselben in folgender Weise.

I. Die Anlage des Bandes. Die Gebirgsgestaltung der besprochenen Gebiete. Mit 1 Skizze Hochasiens.

II. Die Zeichnungen und Aquarelle während der Reisen.

III. Die Gegenstände der ausgewählten Tafeln.

## I.

Da jetzt mit diesem Bande, welcher Ost-Turkistán und Umgebungen behandelt, die beschreibende Darstellung unserer Reisen zum Abschluss gekommen ist, sei es von der hohen Classe gestattet, dass von mir dieser Theil als Ehrengabe den Pflichtexemplaren der früheren Bände angereiht werde.

Das Erscheinen dieses Bandes hat sich in einer mir unerwarteten Weise verzögert, meist durch akademische Arbeiten, welche von mir für die Untersuchung der neuen Ergebnisse aus den Zahlendaten und für die Bearbeitung

1) Jena, Hermann Costenoble, 1880. („Vorrede und einleitende Bemerkungen", welche für die Buchhändler-Exemplare noch nachzusenden waren, konnten bald nach der November-Sitzung gleichfalls abgegeben werden).

der Sammlungsobjecte vorzunehmen waren. Die Schilderung der Reisen selbst hatte dies zwar im Fortschreiten aufgehalten, doch hatte es begünstigt, dass nun auch jene fernen Gebiete mit grösserer Bestimmtheit zu besprechen waren.

Unseren eigenen Routen folgt als Gegenstand des letzten Capitels: „Vorausgegangene und nachfolgende Bereisungen des nördlichen Hochasien und Ost-Turkistáns.“

Ferner sind beigefügt, als Wissenschaftliche Beilagen mit Zahlen-Tabellen: I. „Die wichtigsten Höhenbestimmungen in Indien und Hochasien mit besonderer Berücksichtigung auch der physikalischen und ethnographischen Verhältnisse“;

II. „Temperatur, Isothermen und klimatische Zonen.“ —

Die Transscription betreffend habe ich für diesen Band die folgenden besonderen Angaben noch zu machen.

Topographische Bezeichnungen, welche auch in der Form ihrer Wortbildung speciell russisch sind, wurden ebenso wie die russischen Personennamen in jener Weise transscribirt, welche im Deutschen die gewöhnlich dafür angenommene ist.

In den Wörtern der orientalischen Sprachen, die hier wiederzugeben waren, ist das „System“ das gleiche, das ich schon mehrmals Gelegenheit hatte in unsereren Publicationen zu erläutern; hier sei nur, als abweichend vom Deutschen, speciell genannt: ch = tsch, j = dsch; sh = sch; z = weiches s.

Wo für einzelne Bezeichnungen das Fortschreiten in der Kenntniss der provinciellen Verhältnisse und der reinen oder local dialectischen Sprachformen Aenderungen bedingte, ist auf solche stets mit Sorgfalt eingegangen; Fälle, die sich boten, waren Wechsel zwischen j und ch, oder s, ss und z, auch b und p, und, seltener, unrichtiges Einführen von h als phonetisch markirte Aspiration.

In den tibetischen Wörtern haben mir Mittheilungen meines Bruders Emil aus den von uns gesammelten tibetischen Büchern (214 Nummern, theils Holzdrucke, theils Handschriften) für die beiden letzten Bände der „Reisen“ viele neue Anhaltspunkte geboten.

Willkürlich oder zufällig angenommenen Schreibweisen, deren viele dessenungeachtet in der europäischen Literatur sehr häufig ständig festgehalten werden, bin ich auch hier nirgend gefolgt; ich nenne als etwaige Fälle Turkestán statt Turkistán (wie man auch nie Afghanestan u. s. w. schreibt) oder Khútan statt Khótan, Karakórum, sowie Karakorám statt Karakorúm u. s. w.; (auch Karakoroom wäre falsch — abgesehen von der Nichtwahl jener Schreibform, welche durch die Einfachheit die bessere ist — da der Vocal zwar ein u aber ein kurzes u ist).

Für die Wörter, die in Verbindung mit den Nachbar-Völkern Hochasiens dem Persischen und, zunächst wegen des (semitischen) Islám, dem Arabischen angehören, war mir sogleich im ersten Jahre nach der Rückkehr, als Begleiter nach Europa, unser indischer Múnshi, Namens Sáyad Mohámmad Sáid, sehr förderlich gewesen.

Als Pluralform wählte ich das romanisch-arische s, weil diese am leichtesten allgemein durchzuführen ist, und aus den indogermanischen Sprachen zugleich als ziemlich häufig schon bekannt ist.

Die Angabe des Hauptaccentes auf jedem mehrsylbigen Worte konnte für diese Gebiete gleichfalls noch durchgeführt werden; der persönliche Verkehr lehrt am besten die Beurtheilung der Betonung, und das Lauschen nach den Accenten bot unter anderem den Vortheil memnotechnisch die Form der Wörter zu fixiren, sowie akustisch das Hören derselben zu erleichtern. Ganz entsprechend ist auch für die europäischen neuen Sprachen (wenn deren Betonung nicht, wie im Französischen z. B., vorherrschend auf

Phrasenaccent mit secundärem Markiren von Länge beschränkt ist) die Sylbe mit dem Haupttone in den Wörterbüchern wenigstens markirt. Stets wenn die Reisen einige Zeit durch sehr verschiedene Sprachgebiete führen, schärft sich auch in dieser Beziehung der Sinn des Beobachters.

---

Als völlig unerwartet unter den topographisch neuen Resultaten gerade für die hier zu besprechenden Regionen ist hervorzuheben, dass uns das erste Ueberschreiten der Karakorúm- und unmittelbar darauf der Künlün-Kette die wasserscheidende Kette in der ersteren erkennen liess. In ihrer Gestaltung als Ganzes lässt sich die Karakorúm-Kette einer ziemlich unregelmässigen „Reihenfolge von Massifs" vergleichen — ähnlich den centralen Schweizeralpen im Gegensatze zu den mehr regelmässig gestalteten Hochkämmen der Tauern: aber die Depressionen zwischen den Massifs sind hier grössere und weiter auseinanderliegende als irgendwo in den entsprechenden Formen der Alpen. Ich habe nur zu erwähnen, dass der Karakorúm-Pass 18,345 engl. Fuss hoch aber „der niederste Pass in diesem Gebiete" ist; sowie, dass er doch, nach dem Mustágh-Passe im Westen, „der wenigst ferne vom Dápsang-Gipfel" ist; dieser ist jetzt als der zweithöchste Gipfel der Erde zu betrachten.[2])

Dabei sind die Horizontal-Ausdehnungen der Basis dieses Gebirges so grosse, dass selbst Gipfel wie der Dápsang und all die zahlreichen, die gegen Osten und Südosten dann sich folgen keineswegs durch ungewöhnlich

2) Allerdings wäre es nicht unwahrscheinlich, dass auch in jenem östlichen Theile des Karakorúm-Gebirges, der in seiner „geographischen Länge" nördlich vom Himálaya-Theile zwischen Gaurisánkar und Kanchinjínga liegt, und auch dort so deutlich die Wasserscheide bildet, Erhebungsmassifs und Gipfel von ganz ähnlicher Höhe noch bekannt werden. (Dápsang: n. Br. 35° 28'·7, östl. L. 77° 10', Höhe 28,278' e.)

steile Neigung auffallen und dass auch das Ansteigen zu den Pässen ein verhältnissmässig nicht steiles ist.

In ihrem gegenseitigen Anschlusse verbinden sich zugleich die höchsten Punkte der Gipfel mit jenen der Pässe — für das Karakorúm-Gebirge allein — zu einer Linie grösster Erhebung in Hochasien, welche ungeachtet ihrer grossen Ausdehnung eine ununterbrochene bleibt, und als wasserscheidende sich zeigt.

Die Verhältnisse des nicht steilen Ansteigens in dieser centralen Kette Hochasiens waren es vor allem, welche veranlassten, dass die Eingebornen von der Meereshöhe und von der orographischen Bedeutung dieses Gebirges keinen Begriff sich gebildet hatten. Ob an gegebener Stelle der Fall nach Norden oder nach Süden gerichtet ist, dies wussten sie wohl, schon aus den Anstrengungen ihrer Lastthiere bei solch vermindertem Luftdrucke, stets zu unterscheiden; Europäer aber, die später auf gleichen Routen uns folgten, wie Shaw 1868/69, sprachen sogar davon, dass man über grosse Strecken und gerade in den höchsten Theilen der Wege über die Pässe nicht wisse, „ob man aufwärts oder abwärts gehe."[3]) Dadurch etwa mag veranlasst sein, dass Colonel Walker, der aber jene Gegenden nicht durch eigene Bereisung kannte, in den topographischen R e p o r t s anführt: „Mr. Shaw

---

3) Uebrigens, wie in Cap. V bei der Besprechung der „Nachfolger" sich ergab, hat ohnehin fast jeder der die ganze Breite überschritten hatte, über die Hebungslinien in der Bodengestaltung jenes Theiles von Hochasien ganz analog unserer Auffassung sich ausgesprochen.

Ich habe speciell noch Haywards hiebei zu erwähnen, da dieser seine Reise gleichzeitig mit Shaw ausführte und selbst grosse Strecken entlang gemeinschaftlich mit ihm reiste. Dessenungeachtet spricht Hayward in seinen Berichten (Proc. R. G. S., Vol. XV 1871 S. 11, u. a.) von Vereinigung des Karakorúm als Kette mit dem Hindukúsh in gleicher Auffassung wie von uns geschehen war.

was quite right saying, the Karakoroom range was no range at all." Walker nimmt übrigens das Gleiche vom Hindukúsh ebenfalls an. Allerdings werden irgend ungewöhnliche Gebirgsverhältnisse, wenn man sie nicht durch eigene Anschauung kennt, im Beurtheilen ihrer topographischen Form nach Terrainskizzen und nach Reiserouten stets grosse Schwierigkeiten bieten; landschaftliche Aufnahmen erleichtern das Verständniss ebensowohl als kartographische, und zwar in etwas verschiedener Weise.

Es genügt einen Blick des Vergleiches zu werfen auf jene Bilder von Adolph und mir, welche diesem Bande beigelegt werden konnten, um zu sehen, dass die Contouren der Hochflächen auch dort, wo für den Standpunkt das richtige flachste Profil sich zeigt, meist eine sehr deutliche Neigung haben, und dass dabei das Wassergefälle der Thäler in denselben bedeutend steiler ist, als in den Flussbetten grosser wasserreicher aber weniger hoher Flüsse. Stellen aber mit platteren und dann nach ihrem Centrum zum mindesten etwas concaven Flächen waren hier, wie auch z. B. im Indus- und im Dihóng-Gebiete von Tíbet, stets solche, die in ihrer Ausdehnung entweder von ganz untergeordneter Grösse sind, oder die sich als Formen erkennen lassen, welche Senkungen sind mit Hebung wechselnd; (entsprechend sind die Verhältnisse in den Alpengebieten Europas). Gewöhnlich treten diese als S e e b e c k e n auf, die in älterer Zeit mehr oder weniger wassererfüllt waren und in den bei weitem grössten Theilen der Erde durch Erosion gegenwärtig entleert sind; einige sind jetzt noch Seen mit Z u fluss und A b fluss. In solchem Hochgebirge wie hier kommen dagegen auch ganz abgeschlossene Seemulden vor; diese sind entweder ganz trocken und dann meist untergeordnet in ihrer Ausdehnung, oder sind häufig noch jetzt an ihrer niedersten Stelle mit Wasserfüllung markirt; wenn sie nicht von sehr bedeutender Grösse

sind, ist das Wasser dann schon jetzt zu einem Salzsee geworden.

Dass die Kammlinie des Karakorúm dem Beobachter, der nicht als Geologe[4]) und Physiker sie besieht, in ihrer ganzen Bedeutung als höchste und wasserscheidende erkennbar werde, ist überdies noch dadurch erschwert, dass die Schneemenge, die sich bietet, eine verhältnissmässig geringe ist: wie die Durchführung der Untersuchungen im 2. Theile der meteorologischen Daten, „Results“ Vol. V, zeigen wird, ist bei der centralen Lage der Karakorúm-Kette in Hochasien die Niederschlagsmenge von Schnee dort bei weitem die geringste, also auch die directe Einwirkung des so wenig nur bewölkten Sommers auf das Abschmelzen eine um so grössere. Die Mittelwerthe für die Schneegrenze in den verschiedenen Gebieten Hochasiens hatten wir, wie folgt, erhalten.

a. Himálaya:

| | Engl. Fuss |
|---|---|
| Südliche (Indische) Seite; | |
| Mittel für die ganze Kette, von Bhután bis Kashmír . . . . . . . . . . . | 16,200 |
| Nördliche (Tibetische) Seite; | |
| von Gnári Khórsum bis Bálti . . . . . | 17,400 |

b. Karakorúm:

| | |
|---|---|
| Südliche (Tibetische) Seite; | |
| von Gnári Khórsum bis Bálti . . . . . | 19,400 |

4) Auch Sir Roderick Murchison hatte nach Haywards' Abhandlung „Journey from Leh to Yarkand and Kashgar“ den Karakorúm als Kette bezeichnet. Journ. R. Geogr. Soc. 13. Dec. 1869, p. 72. In entsprechender Weise ist er auf der neuen Geologischen Karte Indiens von Medlicott und Blanford dargestellt, von welcher jüngst Petermanns Mittheilungen Copie in Reduction gebracht haben. Pet. Mitth. Nov. 1879.

| | Engl. Fuss |
|---|---|
| Nordseite, den Turkistáni Hochflächen entlang; | |
| vom Lungkám-Passe zum Mustágh-Passe . | 18,600 |
| c. Künlün: | |
| Südseite, gegen die Karakorúm-Kette abfallend . . . . . . . . . . . . . | 15,800 |
| Nordseite, gegenüber dem Flachlande Ost-Turkistáns . . . . . . . . . . . | 15,100 |

Um die Ausdehnung und die gegenseitige Verbindung der hier sich bietenden Gebirgsverhältnisse zu übersehen, habe ich ein Kärtchen beigefügt, das schon im 3. Bande der „Reisen" in einer Ecke meiner neuen Karte des westlichen Hochasien[5]) gegeben war, auf dem aber jetzt in Revision von 1879, mit Umzeichnung, bis zur gegenwärtigen Zeit die topographischen Daten der späteren Untersuchungen berücksichtigt sind. Für die Theile des centralen Hochlandes, vom Tso Namúr gegen Osten, sind es vorzüglich die Ergebnisse der Pándit-Itinerare, welche das Neue der letzten Jahre bieten.

Jene Seen des westlichen Tíbet, welche auf Seitenstufen gelegen sind und gegenwärtig meist als „eintrocknende Salzseen" sich zeigen[6]), sind wegen des kleinen Maasstabes der Karte hier nicht mehr angegeben worden; als die beiden grössten des Königreichs Ladák sind zu nennen:

a) Der Tsomognalarí-Salzsee in Pangkóng, 33° 39'·8 nördl. Br., 78°38'·5 östl. L. v. Gr.; gegenwärtiges Niveau 14,010 F.

---

5) Maasstab 1 : 4,050,000 oder 1 e. Zoll = 64 e. Meilen.

6) Erläutert in meiner Abhandlung „Das Gebiet der Salzseen im westlichen Tibet." 1871. Denkschr. d. k. Akad. Bd. XLIII S. 115—190.

b) Der Tsomoríri-Salzsee in Rúpchu, 32° 45′·4 nördl. Br.; 78° 16′·6 östl. L. v. Gr.; gegenwärtiges Niveau 15,130 F.

Für die Lage des See Lop und für die Gestaltung des Künlün-Abhanges, mit stärkerer Krümmung gegen Norden hinan zwischen 83 bis 88 Grad Länge als sie früher angenommen war, sind die russischen Bereisungen und deren Bearbeitung wichtig geworden.




Die hier vorgelegte kleine Karte ist für die Sitzungsberichte in Zinkdruck von Friedrich Wolf hergestellt[7]).

7) Meine erste Benützung dieses Druckverfahrens hatte sich bei Abbildung „Turanischer Raçentypen" geboten; Sitz.-Ber. der Münchner anthropol. Ges, 8. Febr. 1878. Auch war es Herrn Wolf schon damals möglich gewesen, photographischen Lichtdruck als Original zu transferiren, indem beim Umdrucke auf das Zink gleichmässig körniges statt glatten Papieres gewählt wurde.

In der Anwendung dieses Verfahrens wird durch Umdruck eines beliebig hergestellten positiven Bildes auf Zink und durch Aetzen des Metalls das Drucken in Letternsatz wie mit einem Holzschnitte in einfachster Weise ermöglicht, und zwar mit grosser Schärfe noch.

Das Flussnetz liess sich in seinen Hauptformen, ungeachtet der sehr bedeutenden Reduction[8]), noch ziemlich ausführlich angeben; es sind zur Erleichterung des allgemeinen Vergleiches, soweit der Raum es gestattete, einige aber verhältnissmässig nur wenige der grösseren Orte für Indien gleichfalls eingetragen.

Für die Gebirgssysteme ist Gegenstand der Darstellung zunächst die Angabe der 3 Hauptketten Hochasiens, und es sind in gleicher Weise die dominirenden Erhebungen der Nachbargebiete im Nordwesten beigefügt; in der Stärke der entsprechenden Linien ist für die Hauptketten weder nach Höhe noch nach den politischen Gebieten eine Unterscheidung gemacht; secundäre Verbindungen, ebenso Verzweigungen, sind ein wenig heller gehalten.

Als die grösste unter den stark hervortretenden Seitenformen ist jener Kamm zu nennen, welcher nahe bei 80° östl. L. v. Gr. beginnend in etwas wechselndem Abstande nördlich von der Karakorúm-Hauptkette sich hinzieht und in seinem östlichen Theile das Quellengebiet des Dibóng umgibt. Nach den noch weniger zahlreichen Nachrichten, welche 1871 schon vorgelegen hatten, wurde von mir der Beginn dieser Seitenform nicht so weit im Westen, wie jetzt sich ergibt, angenommen.

Die punktirten Linien, welche die Massenerhebung der vereinigten Gebirgssysteme im Westen, im Norden und im

---

8) Der Maassstab für die Grösse ergab sich, mit Anpassen an die hier vorliegenden Columnenbreite, nahezu = 1 : 29 Millionen (genauer 1 : 29·4 Millionen).

Süden als die Begrenzung derselben umgeben, bilden im Süden den Rand gegen das verhältnissmässig schon sehr tief liegende indische Flachland; dieses ist selbst in der oberen nordwestlichen Ecke bei Pesháur am Gebirgsrande nur 1200 bis 1300 F. hoch.

Die Depression von Ost-Turkistán dagegen hat längs des Gebirgsrandes im Norden noch ungleich grössere Höhe; bei Yarkánd beginnt die Fläche derselben etwas über 4500 F. hoch, und am See Lop, obwohl in gleicher östlicher Länge wie die Mittellinie des Ganges-Delta, ist die Höhe noch über 2200 F. Dort allerdings schliessen sich weniger hohe aber sehr ausgedehnte Erhebungslinien an, welche, gegen Osten und Südosten, ähnlich wie die Pámir- und die Bólor-Höhen gegen den Thianshán zu, das Eintreten bestimmten Wechselns der Bodengestaltung beschränken. Auch vom See Lop südwestlich zeigt sich, nach Prschewalski's neuesten Routen, in verhältnissmässig geringer Entfernung Gebirgserhebung, welche topographisch vom Künlûn in seinen letzten Ausläufern gegen Osten schwer zu trennen sein dürfte.

Als Daten zum Vergleiche der Basis Hochasiens mit Dimensionen Europas sind die folgenden Ausgaben beizufügen.

| | |
|---|---|
| Ausdehnung nach Breite: von der Austrittstelle des Karnáli-Flusses aus der „Grenze der Gebirgsregion" im Süden bei $28\frac{1}{2}^{0}$ N. bis zu jener des Kéria-Flusses im Norden bei $36\frac{3}{4}^{0}$ . . | $8^{0}$ |
| Ausdehnung nach Länge: vom westlichen Ende der südlichen der 3 Hauptketten, des Himálaya, westnordwestlich von Pesháur bei $71^{0}$ O. v. Gr. bis zum östlichen Ende der Mittelkette am Brahmapútra-Gebiete bei $96^{0}$ O. v. Gr. . | $25^{0}$ |

Die Alpen, welche zwischen 43½° N. an ihrem westlichen nach Süden gekrümmten Theile und 48° N. Breite liegen[9]), haben vom mittleren Südrande aus wenig über 3° Breitenunterschied; ihre Differenz der Längengrade, 11° betragend, liegt zwischen 5½ und 16½° O. v. Gr., wobei überdiess der höheren nördlichen Breite wegen auch die Grösse der Längengrade schon eine bedeutend kleinere ist. Ausdehnung gleich der Basis Hochasiens würde in Europa einer Breitenentfernung wie von Turin nach Hamburg und einer Längenentfernung gleich jener von Gibraltar nach der Mitte Griechenlands entsprechen.

Die politische Begrenzung des Südens durch den Karakorúm, dann auch durch den noch weiter nördlich liegenden Künlûn ist, längs der riesigen Ausdehnung dieser Ketten in ihrer Hauptrichtung von West gegen Ost, wie zu erwarten, keine gleichartige. Gute Zusammenstellung hat jüngst das Buch von Dr. Konrad Ganzenmüller „Tíbet nach den Resultaten geographischer Forschungen früherer und neuester Zeit"[10]) gebracht. Auch die letzten Mittheilungen über Prschewalski's Expedition, die aus der Oase Shah-chaû in der Góbi-Wüste bis jetzt eingetroffen sind, lassen sich als dies bestätigend erkennen; seit Ende Juli ist er nach Süden aufgebrochen und schreitet dann, wo möglich mit etwas Wendung gegen Südosten, nach Lása vor.

Vom Anschlusse an den Hindukúsh bis gegen die mittlere östliche Länge von 80° v. Gr. bilden, a) der Karakorúm-Kamm, b) eine Querkette, die ihn längs der linken Seite des obersten Kériagebietes mit dem Künlûn verbindet, (wie gleichfalls auf obiger kleiner Karte zu sehen ist), und

9) Die Dimensionen sind besprochen in unseren „Untersuchungen über die phys. Georgr. und die Geol. der Alpen" Bd. II S. 104—116.

10) Stuttgart, Verlag von Levy & Müller, 1878.

c) östlich davon der Künlün die Grenze von Ost-Turkistán und Tíbet.

Die Dimensionen jedoch des Karakorúm zeigen noch bedeutend grössere Ausdehnung dieses mittleren Hochgebirges gegen Osten, bis zu 95° östl. v. Gr. an der Umkreisung durch den Dibóng und dann, allmählig auslaufend, bis zum Ende des Flusses am Brahmapútra, nahe dem Dihóng-Delta; dennoch sind sie schon längs Turkistán verglichen mit europäischen Verhältnissen sehr grosse zu nennen. Die Tauernkette unserer Alpen, die besonders deutlich als zusammenhängend sich zeigt, hat vom Brennerpasse im Westen bis an die steyerischen Alpen (mit dem Scalenrädchen[11]) gemessen), gegen 116 engl. Meilen oder circa 187 Kilometer; vom Mestúj-Passe bei Yássin bis zum Lungkám-Passe, dem östlichsten direct bestimmten Punkte der Karakorúm-Kette, nahe dem Ende der Karakorúm-Begrenzung von Ost-Turkistán, ist die entsprechende Ausdehnung des Kammes bereits gegen 447 engl. Meilen oder 721 Kilometer.

Wenig östlich nur vom See Lop, der noch turkistánisch ist, und zwar an seinen Gestaden und auf den umgebenden Oasen von Túrkis der so charakteristischen arischen Raçe bewohnt ist, verschwindet dann rasch, mit dem Auftreten turanischer Raçen, im Norden der Landesgrenze die letzte Spur arischen Elementes, die etwa noch auf Túrki-Raçe zu beziehen wäre.

---

11) Erl. „Reisen“ Bd. III, S. 341.

## II.

Die Ansichten, welche in den 4 Bänden der „Reisen" theils als Bilder in Xylographie, theils als Gebirgsprofile in Contouren lithographisch gravirt gegeben sind, konnte ich, ebenso wie die grösseren Tafeln für den Atlas[12]) der „Results", jener Reihe von Zeichnungen, Tonskizzen und Aquarellen entnehmen, welche von Adolph und mir während der Reise als Objecte der Landschaft, der Vegetation, sowie der Architectur und der Wohnstätten der Eingebornen aufgenommen wurden; grosse Formen, günstige Stimmungen u. s. w. hatten wir, wo die Zeit es erlaubte, in Farbe ausgeführt.[13])

Für die Gebäude, besonders für jene monumentaler Construction wurde auch Photographie benützt; in den hier zu besprechenden Reihen sind einige photographische Blätter ebenfalls enthalten, solche nemlich, für welche Farben-

12) „Results of a scientific Mission to India and High Asia, 1854 bis 1858." Leipzig, F. A. Brockhaus; London, Trübner and Co. Bis jetzt publicirt Vol. I bis IV in 4° und 43 Atlas-Tafeln in Imp.-Fol.

Von den Tafeln des Atlas sind einige Tondrucke, die meisten sind als Farbenskizze mit wenig Steinen gehalten; ähnlich wie die Blätter im Atlas zu unserm 2. Bande „Phys. Geogr. u. Geol. der Alpen, 1854," aber kräftiger in Ton und Farben.

13) Gleichzeitig mit der Erlaubniss der Aufstellung der ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen in der K. Burg von Nürnberg, zur Vermittlung der Aufnahme in Staatssammlungen, hatte ich von S. M. König Ludwig II. für die Aquarelle und Zeichnungen nebst Büchern, Karten etc. in der K. Neuen Pinakothek zu München Raumanweisung gewährt erhalten. Mitgeth. in Sitz.-Ber. des 1. Dec. 1877 — Die ausgedehnte Kartensammlung ist sehr bald darauf, als Ganzes sogleich, für die K. B. Hof- und Staats-Bibliothek angekauft worden. Jüngst wurde noch in sehr anerkennender Weise eine erste Auswahl von Aquarellen getroffen, welche in das K. B. Handzeichnungs-Cabinet aufgenommen wurden.

Ausführung meist als Gouache-Skizze auf den zu dunklen Theilen, oder jedenfalls das für Landschaft nöthige Abtönen der Vegetation noch vorgenommen wurde. Es konnten hiezu mehrmals auch photographische Arbeiten unseres Bruders Robert verwandt werden.[14])

Vor allem war es unser Bestreben, obgleich nicht selten mit etwas Schwierigkeit verbunden, für die grösseren Ansichten, die als Bilder sich boten, stets auf passende Wahl des Standpunktes aufmerksam zu sein und bei diesen ebenso wie bei den localen Studien aller Composition, durch Hereinziehen etwa möglicher aber nicht an Ort und Stelle vorliegender Verhältnisse, uns zu enthalten. Für den Naturforscher, der zeichnet, ist das Aufsuchen des richtigen Standpunktes von ebenso grosser Bedeutung wie die Wahl des Gegenstandes. Ein Ueberblick, welcher Beurtheilung erlaubt ohne Störendes zu bieten, entspricht bei diesem dem Gedanken des Künstlers im Zusammenstellen des Bildes.

Andererseits sind ohnehin für die Darstellung von Landschaften Unrichtigkeit der Formen im Bilde, besonders zu steile Neigung bei Hochgebirgen[15]), oder das Verbinden

---

14) Die architektonischen sowie die landschaftlichen Photographien, welche als solche nicht mehr überarbeitet wurden, sind davon getrennt gehalten und bilden als Bände für sich mit den gleichfalls zahlreichen Photographien aus der verschiedenen Theilen der Bevölkerung selbstständige Reihe.

15) In entsprechender Weise war die Disposition, hohe Berge zu steil zu sehen, bei den Bewohnern Hochasiens als eine allgemeine zu erkennen, obwohl die Bevölkerung aus den 2 unter sich so verschiedenen Raçen der Arier und Turanier besteht, und obwohl alle beide, gerade weil Bergbewohner, stets Verständniss und Interesse zeigten, wenn sie Landschaftsbilder vorgelegt erhielten. Die Bewohner der flachen Gebiete der indischen Halbinsel dagegen, auch jene auf verhältnissmässig hoher Bildungsstufe, hatten überhaupt für den Charakter von Landschaft nirgend in befriedigender Weise Sinn gezeigt. Erl. „Reisen" Band II S. 275/276.

von Gestaltungen, die an sich und einzeln richtig sind aber in der Natur coëxistirend nicht vorkommen, überall und lange ungeahnt ein Hemmschuh gewesen; selbst in Europa wurde erst in verhältnissmässig neuer Zeit in diesem Zweige der bildenden Kunst genügend gelehrt, dass die Grösse des Eindruckes durch irgend naturwidrige Formen nur verlieren könne.

Objectives Auffassen ergibt sich in fernen Gebieten, neuen Erscheinungen gegenüber am lohnendsten; auch schliesst dieses nicht aus, verschieden darin von einfach mechanischer Reproduction, die Begrenzung des Wiederzugebenden zu bestimmen und zufällig Störendes unberücksichtigt zu lassen.

Es hat sich zwar wiederholt manche Schwierigkeit in der Beschränkung geboten, am häufigsten für die Anlage des Vordergrundes; doch hat sich auch stets bleibender Vortheil damit verbunden. Es wird dabei nicht nur die Erinnerung an die erhaltenen Eindrücke um so bestimmter fixirt, sondern man sichert sich dadurch allein in der richtigen Weise die positiven Anhaltspunkte für späteres kritisches Vergleichen der Bodengestaltung und der Vegetationsformen der Landschaften in ihrer Verbindung mit Bedingungen des Auftretens oder mit anderen naturwissenschaftlichen Fragen.

Bei der Aufnahme der grösseren Objecte, welche häufig, besonders in den Hochgebirgen, so viel des topographisch Wichtigen zeigten, wurden auf Pausen des Bildes Visionsrichtungen und Höhenwinkel, Namen sowie andere Angaben der Eingebornen, oft auch geologische Erläuterungen, Neigung der Bergabhänge in Zahlen u. s. w. eingetragen. Jetzt sind die verschiedenen Reihen der Pausen als Foliobände geheftet.

Sogleich nach der Rückkehr, in Verbindung mit dem systematischen Zusammenstellen der „Beobachtungs-Manu-

scripte“[16]), welches ich schon in einer früheren Abhandlung zu besprechen Veranlassung hatte, habe ich auch die Zeichnungen und Aquarelle[17]) in Gruppen vereint, mit Anlage eines Cataloges. Es sind dabei nebst der zur Grunde liegenden Eintheilung nach den geographischen Gebieten Gegenstände grossen landschaftlichen Ueberblickes als solche getrennt gehalten; dessgleichen sind Gebäude, auch Natur-Objecte von speciellem, wohl markirten Typus ihrer Formen geschieden, wie Flüsse, Vegetation und Gebirgsgestaltungen vereinzelten Charakters. Innerhalb der Gruppen folgen sie sich den Routen entlang und nach der Zeit der Aufnahme. In der Ecke links ist auf jedem Blatte die Ziffer der Gruppe und die Nummer innerhalb dieser, in der Ecke rechts die durchlaufende Nummer angegeben; letztere ist im englischen Atlas und in den deutschen Publicationen ebenfalls der betreffenden Ansicht beigefügt. Im Cataloge ist noch für die Aufnahme die Signatur des Namens und die Angabe des Tages[18]) enthalten.

Da der Catalog für Handexemplare in Druck gegeben wurde, konnten auch hier, entsprechend der Beilage des allgemeinen Capitel-Verzeichnisses in jedem der einzelnen Manuscript-Bände, die nöthigen Exemplare den einzelnen Mappen und den Bänden der Pausen beigelegt werden; es ist dadurch vielfach erleichtert bei der Beurtheilung der betreffenden Gegenstände in ihren Einzelheiten Verwandtes,

16) Angegeben in „Die Pässe über die Kammlinien des Karakorúm und des Künlün.“ 1874. Denkschr. der k. b. Ak. Bd. XLIV S. 11.

17) Da die „Results“ bald darauf zu beginnen waren, ist dieser Catalog als Vorarbeit für den Atlas englisch gemacht worden.

18) Auf den Blättern der grösseren Ansichten aus den Hochgebirgen steht auch als „Stunde“ die Tageszeit, welche bei der Durchführung der Arbeit als Periode der Beleuchtung und Stimmung eingehalten ist.

das in einer der anderen Gruppen auftritt, vergleichend zu prüfen.

Was ich hier aus dem Cataloge folgen lasse, beschränkt sich auf das Blatt, welches dort als Inhaltsverzeichniss gegeben ist.

## Inhalt des Landschaften-Cataloges.

---

### A. Indien.

## B. Indien und Hochasien.

| Gruppen | | Gen.-Nro. |
|---|---|---|
| IX. | Bäume und Vegetationsformen . . . <br>Nro. 1—49. a. Tropen. — b. Khássia-Gebirge. — c. Oestlicher Himálaya[19]). — d Westlicher Himálaya. — Tíbet. | 201—249. |
| X. | Tempel, monumentale Gebäude, europäische Wohnsitze . . . . . . <br>Nro. 1—28. (incl. 25 b.) a. Indien. — b. Himálaya, Tíbet. — c. Europäische Wohnsitze. | 250—277. |
| XI. | Wohngebäude der Eingebornen, Brücken, Dörfer etc. . . . . . . . . . <br>Nr. 1—76. a. Bombay, Madrás, Ceylon. — b. Nördliches Indien, von Ost nach West. — c. Stämme an der Nordostgrenze von Indien. — d. Oestlicher Himálaya. — e. Westlicher Himálaya. — f. Tíbet bis Turkistán. | 278—353. |

## C. Hochasien.

| Gruppen | | Gen.-Nro. |
|---|---|---|
| XII. | Panoramen aus dem Himálaya, aus Tíbet und aus Turkistán . . . . <br>Nro. 1—25. | 354—378. |
| XIII. | Oestlicher Himálaya . . . . . . <br>Nr. 1—34. a. Bhután. — b. Síkkim. — c. Nepál. | 379—412. |
| XIV. | Westlicher Himálaya . . . . . . <br>Nro. 1—57. a. Kămáon. — b. Gărhvál. — c. Símla, Kúlu, Lahól. — d. Kashmír bis Pănjáb. | 413—469. |
| XV. | Gnári Khórsum, Central-Tíbet . . . <br>Nro. 1—27. a. Nördlich vom Sătlej. — Südlich vom Sătlej. | 470—496. |

---

19) Im Cataloge ist in Kürze als „Himálaya" bezeichnet die **indische** Seite der Kette, von Bhután bis Kashmír.

# III.

In dem Exemplare dieses Bandes, welches ich heute der k. Akademie überreiche, ist auf der Tafel bei Seite 278 dem Berichte über die Káshgar-Reise meines Bruders Adolph auch ein Andruck des Porträts des Gefallenen beigefügt, ausgeführt von Herrn Hofmaler Gräfle; schon in der Mai-Sitzung 1879 war mir gewährt, dasselbe im Originale vorzulegen und zu besprechen. Die Reproduction im Lichtdruck, von Herrn J. B. Obernetter, ist für Vol. V. der „Results" bestimmt.

Die landschaftlichen Tafeln sind hier, in Band IV, die folgenden, mit durchlaufender Signatur für diesen als den letzten der Reihe. (Das Zeichen △ vor einem Ortsnamen bedeutet Déra oder Haltestelle, unbewohnt.)

## A. Die Gebirgsprofile der Schneeketten Hochasiens, in schraffirten Contourzeichnungen.

### VII. Die Karakorum-Kette, zwischen Ladák und Turkistán, und der Künlün, in Turkistán.

15. Das Dápsang-Panorama.

*Dápsang-Plateau, südliche Vorstufe des Karakorúm-Passes; Standpunkt im centralen Theile: Nördl. Br. 35° 24'. Oestl. Länge von Gr. 78° 2'. Höhe 17,500 engl. F.

H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 370.)

16. Das Aktágh*-Panorama.

*Aktagh-Plateau, nördliche Vorstufe des Karakorúm-Passes; am Lagerplatze: Nördl. Br. 35° 54′. Oestl. Länge von Gr. 78° 0′.
Höhe 16,860 engl. F.
H. v. SS., September 1856. (Gen. Nr. 371.)

17. Das Súmgal*-Panorama.

*△ Súmgal, Lagerplatz: Nördl. Br. 36° 2′. Oestl. Länge von Gr. 78° 59′.
Höhe, Fuss des Künlün, am Karakásh-Flusse, 13,215 engl. F.
H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 576.)

18. Das Yángi*-Panorama.

*△ Yángi-Lagerplatz, auf der linken Seite des Karakásh-Flusses. Nördl. Br. 36° 1′. Oestl. Länge von Gr. 79° 25′.
Höhe 13,400 engl. F.
H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 572.)

## VIII. Der Karakorúm, zwischen Ladák und Khótan.

19. Das Giápsang*-Panorama, Hauptkette (A).

Chang Lang-Pass: Nördl. Br. 34° 22′. Oestl. Länge von Gr. 79° 3′.
Höhe 18,839 engl. F.
*Seitlicher Gipfel als Standpunkt, südsüdöstlich vom Passe gelegen.
Ad. S., Juni 1857. (Gen. Nr. 729.)

20. Das Chang Lang-Panorama.

Standpunkt: Felsenstufe, 2 engl. M. westl. von △ gNichú*, dem Lagerplatze am Nordfusse des Passes.
*Nördl. Br. 34° 32′. Oestl. Länge von Gr. 79° 10′.
Höhe 17,680 engl. F.

## IX. Die Karakorúm-Nordseite und der West-Künlün, in Turkistán.

21. Das Língzi Thang-Panorama.

**Standpunkt:** Bei △ Búllak Báshi*, in der oberen Stufe der Língzi Thang-Mulde.

*Nördl. Br. 34° 50′. Oestl. Länge von Gr. 79° 24′. Höhe 17,220 engl. F.

Ad. S., Juni 1857. (Gen. Nr. 735.)

22. Das Bel Daván-Panorama.

**Standpunkt:** Bel Daván-Pass, in Seitenkamm nordwestlich von △ Kalchúskun*, 2600 F. noch über dem Lagerplatze.

*Nördl. Br. 36° 26′. Oestl. Länge von Gr. 78° 20′. Höhe 14,147 engl. F.

Ad. S., Juli 1857. (Gen. Nr. 744.)

## B. Landschaftliche Ansichten und Architectur; Tafeln mit Tondruck.[20])

## XX. Déra Sultán Chúskun*, in Núbra, im westlichen Tíbet.

*Nördl. Br. 35° 4′. Oestl. Länge von Gr. 77° 38′. Höhe, am Darváza oder am „Thore (des Eintretens)“, 14,440 engl. F.

H. v. SS., September 1856. (Gen. Nr. 556.)

Gegenstand dieser Ansicht ist das untere Ende des Kiziláb-Flusses, unmittelbar vor seinem Eintreten in den

20) Dieser Reihe sind hier die kleinen Erläuterungen beigefügt, dem Wunsche der hohen Classe entsprechend, welche ich bei der Vorlage derselben gegeben habe.

grossen Shayók-Fluss, wo eigenthümlich öde und doch schöne, grosse Formen sich zeigen.

Kiziláb, ein türkisches Wort, wie deren mehrere in dem tibetischen Núbra vorkommen, heisst das rothe Wasser; doch ist diese Färbung desselben, weil sie einfach durch die Art der Suspensionen hervorgebracht ist, verhältnissmässig wenig auffallend. Dies dagegen hebt sich vor allem hervor, dass mächtige Sandwälle, zum Theil auch feste Sandbänke sich gebildet haben. Zwischen den letzteren zeigt sich hier, thalabwärts gesehen, dieser stark erodirende Seitenfluss, bei niederem Wasserstande und ziemlich tief unter ihrer oberen Fläche. Das Einstürzen solcher Bänke mag von Zeit zu Zeit starke Unregelmässigkeiten in Folge von Aufstauungen und darauffolgendem Durchbruche des Wassers hervorbringen. Zur Linken des Kiziláb-Flusses befinden sich weiter zurück im Thale über den Uferbänken Berge, die bis an die Schneegrenze sich erheben, mit etwas über 5000 Fuss relativer Höhe. Aber die rechte Thalseite ist hier durch einen Ausläufer begrenzt, der kaum 2000 F. hoch ansteigt. Rechts im Bilde ist er als Mittelstufe sichtbar; über diesen führte die erste Fortsetzung unseres Weges gegen den Karakorúm-Pass.

### XXI. Das Voháb Jilgáne-Plateau, an der zweiten Haltestelle* nördlich vom Karakorúm-Passe, in Yárkand, in Ost-Turkistán.

*△ Jilgáne: Nördl. Br. 35° 49′. Oestl. Länge von Gr. 78° 10′.
Höhe, auch Mittel für das Plateau, 16,419 engl. F.
H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 565.)

Der Lagerplatz Voháb Jilgáne bot einen sehr guten Ueberblick gegen Osten und Nordosten und zeigte mehrere die Schneegrenze überragende Gipfel. Ich versäumte daher

nicht, da überdies in solchen Höhen die Tagemärsche nur kurze sein konnten, den Morgen nach dem Lagern daselbst zur Ausführung einer landschaftlichen Aufnahme zu benützen.

Obwohl ich bei dem Eintheilen der Ansichten für die Publication diesen Gegenstand wegen der Grösse des Blattes und wegen der bedeutenden, wichtigen Rundsicht für den Atlas zu den „Results" bestimmt hatte, so wählte ich es jetzt doch für die „Reisen". Die kräftigen aber dabei einfachen Formen liessen sich auch bei bedeutender Verkleinerung wiedergeben.

Die Beleuchtung war schön, aber nicht ganz günstig. Es hatte sich nämlich, wie in den darauffolgenden Tagen sehr häufig, etwas nächtlicher Nebel gebildet, der des Morgens zwar in leichten Duft sich löste und schönen Ton verbreitete, aber dabei auch manche Einzelheiten der Ferne verhüllte. Günstig war der niedere Barometerstand, 16·41 Zoll, durch Verdünnung der Luft sowohl als auch durch Verminderung der absoluten Menge der Feuchtigkeit.

Mein Standpunkt ist die obere Hälfte eines seitlichen Erdsturzes, der seine Profillinie und einen Theil seiner westlichen Seite zeigt. (In voller Ansicht war seine Form gleich jener des Erdsturzes, den man am Fusse des gegenüberstehenden Berges sieht.)

Im Vordergrunde bieten sich mehrere Gesträuche von Yabágre oder Myricaria germanica var. prostrata Desv.

Jenes nahe der Mitte des hellen Sandhügels hat die normale Form eines flachen grünen Ringes, ist beinahe geschlossen aber von sehr ungleicher Breite der Einfassung. Seitlich davon, etwas höher und zur Linken des Beschauers, zeigt sich eine solche Pflanze im Profil und lässt so die sehr unbedeutende Erhebung erkennen. Von Gräsern hatte ich nur einige Spuren zwischen den Steinen rechts unten anzudeuten.

Die Thiere in der Vohább-Ansicht sind wilde Pferde, Equus hemionus Pall; sie werden auch von den Túrkis mit dem tibetischen Namen Kyang benannt. Ihre Species ist als eine zwischen Pferd und Esel stehende zu bezeichnen. Obwohl sie fast ausschliesslich in solch menschenleeren und von Raubthieren wenig gefährdeten Höhen wohnen, sind sie doch sehr scheu.

Was das Centrum des Bildes einnimmt, ist eine sehr ausgedehnte Wüstenfläche. Bei dem Durchschreiten derselben zeigte sich an einzelnen Stellen etwas dünner Vegetationsanflug, der aber aus einiger Ferne gesehen nicht mehr sich unterscheiden lässt. Viel häufiger als solche Plätze waren Flächen, die dicht mit Efflorescenz, fast ausschliesslich von verwitterter Soda, bedeckt sind. Diese Ablagerung an der Bodenoberfläche ist, ähnlich dem Sande, von heller, gelblichgrauer Farbe; sie bildet sich auch in diesen Höhen, durch Verdunsten einer ursprünglich wässerigen Lösung, aus welcher beim Beginne der Ausscheidung Krystalle kohlensauren Natrons mit 10 Aequivalenten Krystallwasser entstehen, die aber in trockner Luft und beschleunigt bei starker Erwärmung (welch letztere hier durch Besonnung hervorgebracht wird) als pulveriges Soda-Salz, mit nur 1 Aequivalent Krystallwasser, zerfallen oder „verwitterten."

## XXII. Ruine Sikănder Mokám* am rechten Karakásh-Ufer, in Yárkand, in Ost-Turkistán.

*Nördl. Br. 35° 56'. Oestl. Länge von Gr. 79° 22'.
Höhe des Flussbettes 13,864 engl. F.
H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 573.)

Hier zeigt sich ein Theil des oberen Karakásh-Thales, in der Richtung nach abwärts.

Sikănder Mokám war zur Zeit, als im Verkehre

zwischen Turkistán und Ladák auch der Uebergang nach Changchénmo nicht unbenützt geblieben ist, die letzte Haltestation vor dem Ansteigen zur Tháldat-Hochebene. Mit der Route, die wir gekommen waren, steht Sikánder Mokám nur in indirecter Verbindung indem ja die weglose und überflüssig lange Marschlinie über die Kizilkorúm-Kette und von dort hinab zum Karakásh-Thale vom Handelsverkehre nie berührt wurde. Jetzt, bei der Erneuerung der Wahl des Weges durch Changchénmo mag auch diese Haltestelle wieder an Bedeutung gewinnen. An die Verhältnisse der früheren Zeit erinnert hier mächtiges Mauerwerk, das, obgleich vom Einsturze bedroht, sehr deutlich sich unterscheidet, in Grösse und in Construction, von den losen Steinhütten wie sie sich am Wege, der aus Núbra herauf über die Karakorúm-Kette führt, an mehreren Stellen gezeigt hatten.

Ruinen von Zoll- und Befestigungsgebäuden, welche in einzelnen Perioden lebhafteren Verkehres — veränderlich vor allem je nach den politischen Verhältnissen — bisweilen errichtet werden, kommen auch auf anderen Wegen durch solche Wüsten vereinzelt vor. Meist erhalten sie sich nicht lange, wenn der Verkehr einmal unterbrochen ist. Bei Hayward, dessen Weg 13 Jahre später durch diesen Theil des Karakásh-Thales führte, ist Sikánder Mokám nicht erwähnt. Doch wäre es wohl möglich, dass er dem Flussufer entlang an dieser Stelle vorüberkam, ohne die etwas höher gelegenen Gegenstände zu bemerken oder genannt zu erhalten, ähnlich wie er den Kiúk Kiől-See unerwähnt lässt.

Die Wahl des Namens Sikánder Mokám, „Alexanders Lagerstätte“, würde, wenn etwa als ideale Bezeichnung auf die im Thale prominirende Stellung bezogen, nicht überraschen. Aber nach den Begriffen der Eingebornen ist er ganz objectiv zu verstehen; Alexander der Grosse

soll auf seinem indischen Feldzuge hier sein Lager aufgeschlagen haben. Eine mythisch-historische Kunde von Alexanders Feldzug fanden wir sowohl in Indien allgemein, als auch bei den Mussälmáns im Norden von Hochasien. Nachricht über Alexander den Grossen hat sich wohl mit dem semitischen Materiale der Geschichte verbreitet, das nach und nach der Einführung des Korán folgte. Die Tibeter wussten nirgend von Alexander, selbst ihre Priester, die Lámas, nicht. (Der Weg Alexanders war übrigens bekanntlich ein ganz anderer gewesen, viel westlicher gelegen.)

Zu beachten ist die Felsengruppe zunächst den Mauern des Sikănder Mokám. Obwohl sie in der Landschaft gross sich abhebt, besteht sie nicht aus anstehendem Gesteine, sondern lose Blöcke sind es, die sich dort zeigen, rings umgeben von kantigen Schuttmassen, welche hier bis weit hinan die linke Thalwand bedecken. Das Gestein ist Grünstein (Hornblende und Feldspath), der auf dieser Seite des Karakorúm-Kammes sehr verbreitet ist; hier in der Form körniger, porphyrähnlicher Masse.

Unser Lager ist nicht auf dem schuttbedeckten Abhange, sondern etwas thalabwärts auf anstehendem Gesteine aufgeschlagen, das hier überdies eine ziemlich flach geneigte Stufe bietet. Zwischen der Ruine und unseren Zelten zog sich noch ein Seitenzufluss herab, dessen Lage durch die Terrainform im Bilde sich erkennen lässt. Das Wasser kommt aus einer Firnmulde, deren obere Wände, hell sich abhebend, zum Theile von diesem Standpunkte noch zu sehen sind. Die Abbildung des zweihöckerigen baktrischen Kameeles, im Vordergrunde von einem Túrki in schwerem kurzem Filzrocke und mit breitem flachem Wollhute geführt, bezieht sich, als Staffage, auf die Anwendung dieses Lastthieres Turkistáns ungeachtet der Schwierigkeiten solchen Gebirgslandes. Wir selbst hatten damals von Le aus keine

Kameele mit, hätten uns solche in Tíbet auch nicht verschaffen können. Ueberdies waren ja die Wege, die wir hatten wählen müssen, um möglichst unbemerkt vorzudringen, an vielen Stellen noch weit schlimmer, als jene des gewöhnlichen Verkehres, wie nur zu bald unser Verlust selbst an Pferden es zeigte. — (Die Anwendung und Verbreitung der Kameele in Turkistán als Hausthiere ist bei Besprechung des Rückweges erörtert, Bd. IV S. 197—200).

Für die Höhe des Karakásh-Flusses bei Sikánder Mokám ergab sich 13,864 engl. F.

Die ganze Breite des Thales ist hier über 3000 Fuss; jene des fliessenden Wassers war im August 2300 Fuss; die Tiefe erreichte nirgends 2 Fuss. Ungeachtet so bedeutender Horizontaldimensionen zeigten sich an den Seiten der sehr wenig gegen die Mitte sich senkenden Thalfläche Wassermarken, welche in den Sand- und Schlammlagern der geologisch neuesten Gestaltung 22 1/3 Fuss als Erosionslinien erkennen liessen.

Der Fluss verschwindet nach zahlreichen Krümmungen hinter dem Bergrücken, der sich links gegen das Thal herabzieht; es ist diess von hier gesehen durch die letzten dunklen Reflexe auf dem Flusswasser bestimmter markirt als durch den Ton der Abhänge am rechten jenseitigen Ufer. —

## XXIII. Das Indus-Thal bei Déra Ráldang* und Nióma Mut, in Ladák, im westlichen Tíbet.

*Nördl. Br. 33° 14′. Oestl. Länge von Gr. 78° 27′.

Höhe, an der Indus-Kreuzung, 13,858 engl. F.

(Höhe des Lagerplatzes, welcher hier der Standpunkt ist, 14,272 engl. F.)

Ad. S., Juni 1857, (Gen. Nr. 728.)

Ich gab hier, nach einem Aquarelle meines Bruders

eine Ansicht, vom linken Indus-Ufer thalaufwärts gesehen in der Richtung gegen Ost bei Süd.

Die Gestaltung des Indus-Thales ist deutlich breite flache Basis, mit Thonablagerung aus früherer Wasserbedeckung, und die umgebenden Bergkämme reichen von hier gesehen noch nirgend zur Schneegrenze hinan, obwohl schon die Höhe der Thalsohle am Indusrande 13,858 F. ist.

Die Uebergangsstelle über den Indus liegt etwas unterhalb der dunklen inselförmigen Bank, welche zur Zeit gerade an einer der breitesten Stellen des Flussbettes aus dem Wasser hervortritt; der Uebergang wird dessenungeachtet etwas weiter thalabwärts, dem Beschauer näher liegend, ausgeführt, weil sich dort, wegen breiter schlammiger Ränder am Felsen, mehr Schwierigkeit bieten würde als bei der grösseren Tiefe des Wassers an Stellen, wo der Fluss zugleich weniger breit und doch noch immer nicht reissend ist. Der Schnee in der Ferne ist nicht permanent.

Ráldang selbst ist als Lagerplatz oder Déra dieser Indus-Kreuzung nur in unmittelbarer Nähe, vorzüglich durch Reste von Feuerstellen, markirt. Am jenseitigen, rechten Ufer aber ist ein ständig bewohntes Dorf, Nióma Mut, auf dem langgezogenen dunklen Felsen gelegen, der auf der gleichen Seite aber weiter thalabwärts aus einem seitlichen Schuttdelta sich erhebt. Als Dorf liess es sich ungeachtet bedeutender Entfernung gut erkennen; es trat die Lage hervor sowohl durch die hier so seltenen Culturflächen, die es umgeben, als auch durch einige Tempelconstructionen von überraschender Grösse in solcher Gegend.

Am 7. Juni 1857, wurde hier von Adolph das Ueberschreiten des Indus vorgenommen, wie gewöhnlich in diesem Theile Tíbets ohne Fähre, selbst ohne Vermehrung der Träger und der Lastthiere des Reisezuges.

## XXIV. Felsenstudie bei Déra Mazâr*, am Fusse der (secundären) Kiliân-Kette, auf der Khótan-Seite, in Ost-Turkistân.

*Nördl. Br. 36° 36′. Oestl. Länge von Gr. 78° 15′.
Höhe 11,396 engl. F.
Ad. S., Juli 1857. (Gen. Nr. 749.)

Diess ist eine der landschaftlichen Farben-Skizzen, die mein Bruder am Nordfusse des West-Künlŭ̂n aufnahm, während er dort, vom 1. bis 12. Juli 1857, Halt machen musste, um bestimmte Angaben über die Möglichkeit seines Vordringens zu erhalten. Der Aufenthalt in jenem noch ganz unbewohnten Theile des Künlŭ̂n, dessen Höhe in solcher Breite noch immer sehr ungünstige klimatische Verhältnisse bedingt, war für ihn und seine Caravane sehr beschwerlich; doch hatten sie kurz vorher, als sie das erstemal nördlich von Tíbet wieder mit Menschen zusammengetroffen waren, von jener Caravane schon gehört, dass ein Aufstand gegen China ausgebrochen sei; er hatte nun die beiden Führer, Mohámmad Amín und Murád, vorläufig allein thalabwärts vorausgesandt, um Erkundigungen einzuziehen. Hier musste er die Rückkehr derselben erwarten.

Zur Erläuterung der geologischen Formen der vom Künlŭ̂n auslaufenden Kilián-Kette habe ich die Skizze der Felsen bei △ Mazár gewählt. Das Gestein ist Gneiss, kömmt auch mit Glimmerschiefer an vielen Stellen der Umgebung vor. In seiner Gestaltung steilen Ansteigens ist es durch scharfbegrenzte, vielfach sich kreuzende Klüftungsflächen charakterisirt. Auch Divergenz in Keilform zeigt sich wiederholt in mittelhohen und tiefen Theilen solcher Felsenwände.

Von △ Mazár ist noch, für dieses Gebiet charakteristisch als Localitätsbezeichnung, die Bedeutung des Namens zu erwähnen. Mazár ist nämlich die Bezeichnung für „Begräbnissplatz" bei den Mussălmáns, und findet sich längs allen Caravanenwegen durch dieses Gebirge ziemlich häufig angewandt. Meist sieht man an so benannten Dḗras auch Gräber für Gefallene aufgerichtet und für manche Stellen erhält sich, als Componens mit Mazár verbunden, der Name eines Begrabenen. Als der nächste analoge Ort etwas weiter thalabwärts am Karakásh-Flusse gelegen, ist der Mazár am Südfusse des Sánju-Passes anzuführen, der zur Zeit von Adolphs Reise als △ Mazár Báju Ábu Bekr ihm angegeben wurde.

---

Sitzung vom 6. December 1879.

---

**Fortsetzung der von Herrn v. Pettenkofer vorgelegten Abhandlung:**

„Theorie des natürlichen Luftwechsels von G. Recknagel."

Dritte Abhandlung.

Ueber den Luftwechsel zweier Zimmer, welche, durch eine vertikale poröse Scheidewand getrennt, neben einander liegen, im Uebrigen aber von freier ruhiger Luft umgeben sind.

1) Zur Erklärung der Aufgabe ist es dienlich, zunächst das Verhalten der vertikalen Zwischenwand zu studiren.

Wir verfahren dabei ebenso wie in der zweiten Abhandlung, indem wir uns nämlich vorerst jedes der beiden Zimmer durch die Zwischenwand abgeschlossen in freier Umgebung denken und die Veränderungen nachweisen, welche in dem Verhalten der Zwischenwand dadurch eintreten, dass dieselbe beiden Zimmern gemeinschaftlich wird.

Das eine der beiden Zimmer von der Temperatur T und der Höhe H soll das Hauptzimmer heissen, das andere von der Temperatur T' und der Höhe H' sei das Nebenzimmer. Die Temperatur der freien Umgebung sei t.

Bezeichnet man mit P die ganze Gewichtsdifferenz

$$H\ 1{,}293\ \frac{B}{760}\cdot\frac{T-t}{270+T+t}$$

zwischen der äusseren und inneren Luftsäule von der Höhe H (und einem Quadratmeter Grundfläche) und mit $p_0$ den Ueberdruck, welchen bei freier Umgebung die äussere Luft am Boden des Hauptzimmers über die innere Luft besitzt, so ist

$$p_0 = P\,\frac{l_2+\frac{1}{2}l_1}{L},$$

wobei L das gesammte Lüfungsvermögen des Zimmers, $l_2$ das der Decke, $l_1$ das der vertikalen Begrenzung bezeichnet (vgl. Abhdlg. II S. 464 des Sitzungsberichtes vom 6. Juli 1878).

In der beliebigen Höhe z über dem Boden ist der Ueberdruck der äusseren Luft über die innere:

$$p_0 = \frac{z}{H}\,P,$$

wobei ein negativer Werth dieses Ausdrucks anzeigt, dass in der betrachteten Höhe die innere Luft Ueberdruck über die äussere besitzt.

Ist ferner mit analoger Bedeutung der markirten Zeichen

$$P' = H'\ 1{,}293\ \frac{B}{760}\cdot\frac{T'-t}{270+T'+t'}$$

$$p_0' = P'\,\frac{l_2'+\frac{1}{2}l_1'}{L'},$$

so ist

$$p_0' - \frac{z'}{H'}\,P'$$

der Ueberdruck, welchen bei freier Umgebung in der Höhe z' über dem Boden des Nebenzimmers die äussere Luft über die im Innern dieses Zimmers befindliche Luft besitzt.

Stellen wir uns nun vor, die Zwischenwand, welche wir bisher zu jedem der beiden Zimmer besonders hinzudachten, werde gemeinschaftlich, und der Boden des Nebenzimmers liege um $\delta$ Meter tiefer als der des Hauptzimmers, so hat man, um einzuführen, dass man auch im Nebenzimmer die Stelle betrachten will, welche um z Meter über dem Fussboden des Hauptzimmers liegt $z + \delta$ an die Stelle von $z'$ zu setzen.

Dann gibt die Differenz

$$(p_0 - p_0') - \left[ z \frac{P}{H} - (z + \delta) \frac{P'}{H'} \right]$$

den Ueberdruck, welchen an dem gemeinsamen Theile der Zwischenwand in der Höhe z über dem Fussboden des Hauptzimmers die Luft des Nebenzimmers über diejenige des Hauptzimmers besitzt. Ein negativer Werth der Differenz gibt die entgegengesetzte Richtung des Druckes an.

Dieser allgemeinere Ausdruck ist z. B. dann anzuwenden, wenn man die Druckvertheilung längs einer Wand berechnen will, welche in einem oberen Stockwerke das Stiegenhaus von einem Zimmer oder geschlossenem Gange (Corridor) scheidet. Liegt die Wand zwischen zwei Zimmern des nämlichen Stockwerkes, so wird es zulässig sein,

$$\delta = o, \; H' = H$$

zu setzen, d. h. anzunehmen, dass beide Zimmer zwischen denselben beiden Parallelebenen liegen. Dann reducirt sich der Ausdruck (q) für den Ueberdruck, welcher in der Höhe z über der Ebene der Fussböden die Luft durch die Zwischenwand aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer treibt, auf

$$q = p_0 - p_0' - \frac{z}{H} (P - P').$$

Im Folgenden soll dieses einfachere Gesetz der Druckvertheilung angenommen werden. Die Resultate beschrän-

ken sich demnach auf den Fall, dass die beiden Zimmer zwischen denselben horizontalen Parallelebenen eingeschlossen sind.

2) Die Druckvertheilung (q) bezieht sich freilich nur auf den ersten Moment, nachdem man sich die vorher in freier Umgebung gedachten beiden Zimmer durch die Zwischenwand verbunden denkt. Dennoch dürfte eine Discussion derselben, durch welche wir eine Uebersicht über die möglichen Strömungen erhalten, die Deutlichkeit wesentlich fördern, zumal hier durch den Uebergang in den neuen Beharrungszustand an der ersten Druckvertheilung in der Regel nur wenig geändert wird. (Vgl. die Beispiele am Schluss d. A.)

Bestimmen wir zunächst die Höhe $\bar{z}$, in welcher die neutrale Linie der Zwischenwand liegt, so folgt aus

$$o = p_0 - p_0' - \frac{\bar{z}}{H}(P - P')$$

$$\bar{z} = \frac{p_0 - p_0'}{P - P'} H.$$

Somit besitzt die gemeinschaftliche Wand nur dann thatsächlich eine neutrale Linie, wenn $p_0 - p_0'$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen und zugleich dem absoluten Werthe nach

$$p_0 - p_0' < P - P'$$

ist. In den übrigen Fällen hat der durch die gemeinschaftliche Wand gehende Luftstrom in der ganzen Höhe der Wand die gleiche Richtung.

Diese Fälle sollen zunächst erörtert werden.

a) Ist die Temperatur in beiden Zimmern gleich hoch, so ist $P = P'$, und der Ueberdruck q ist in jeder Höhe der Zwischenwand gleich gross, nämlich gleich $p_0 - p_0'$. Somit geht in diesem Fall durch die

**Zwischenwand** ein Luftstrom, welcher überall die gleiche Richtung und Stärke hat. Seine Richtung hängt davon ab, ob die Differenz $p_0 - p_0'$ positiv oder negativ ist. Ist sie positiv, dann strömt die Luft aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer, während das negative Vorzeichen die entgegengesetzte Richtung des Luftstroms anzeigt.

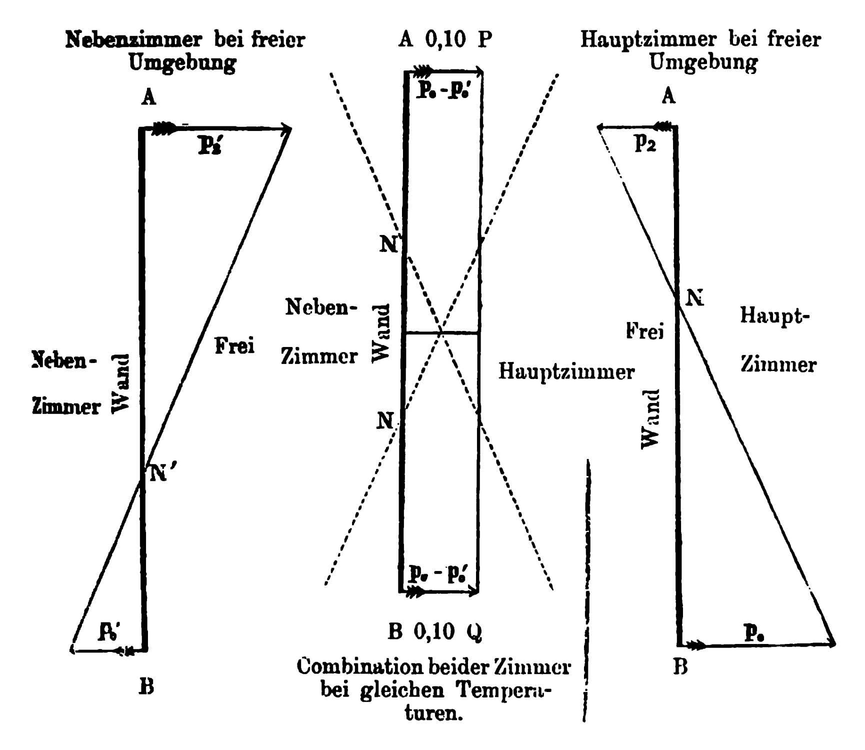



Fig. 4 gibt ein Bild der längs der Zwischenwand bestehenden Druckdifferenz, wenn diese Wand zwei Zimmer von gleich hoher Temperatur trennt, deren neutrale Zonen (bei freier Umgebung) in den Höhen $BN = \frac{2}{3}H$ und $BN' = \frac{1}{3}H$ liegen. Die der Wand Parallele PQ begrenzt die überall gleichen Ueberdrücke $(p_0 - p_0')$, welche einen

Luftstrom aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer treiben. Der Flächeninhalt der Figur APQB gibt ein Bild der stündlich durch die Wand strömenden Luftmenge, welcher er proportional ist.

b) Sind die Temperaturen beider Zimmer verschieden, so läuft die Drucklinie (wie PQ) der Wand AB nicht parallel; aber es kann vorkommen, dass ihr Schnittpunkt in die Verlängerung der Wand AB, und zwar entweder unter B hinab oder über A hinaus fällt. Ersteres ist der Fall, wenn das Vorzeichen von $p_0 - p_0'$ von dem Vorzeichen der Differenz $P - P'$ verschieden ist, letzteres, wenn die Vorzeichen zwar gleich sind, aber absolut

$$p_0 - p_0' > P - P'.$$

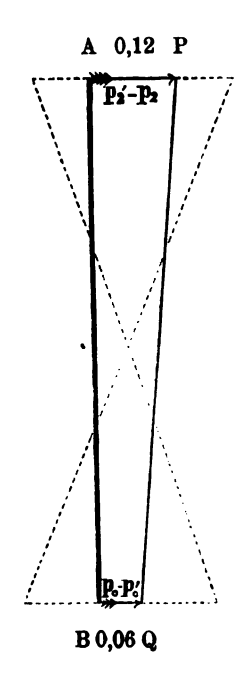



Fig. 5 gibt ein Bild der Druckvertheilung längs der Zwischenwand AB derselben beiden Zimmer, welche in Fig. 4 behandelt sind. Das Nebenzimmer hat noch die frühere Temperatur, im Hauptzimmer aber ist sie um c. 4 Grade tiefer als vorhin angenommen, so dass nun für letzteres

$$p_0 = 0{,}16, \; P = 0{,}24$$

während für das Nebenzimmer die früheren Werthe ($p_0' = 0{,}10$, $P' = 0{,}30$) verbleiben.

Da $p_0 - p_0' = 0{,}06$, $P - P' = -0{,}06$, so wird $\bar{z} = -H$ und es convergirt die Drucklinie PQ nach einem um die Strecke H unterhalb des Bodens liegenden Punkte.

Die Luft strömt unter dem mittleren Ueberdruck

$$p_0 - p_0' - \frac{P - P'}{2} = 0{,}09$$

vom Nebenzimmer in das Hauptzimmer, und das Trapez A P Q B stellt wiederum die Stärke dieses Luftstromes dar.

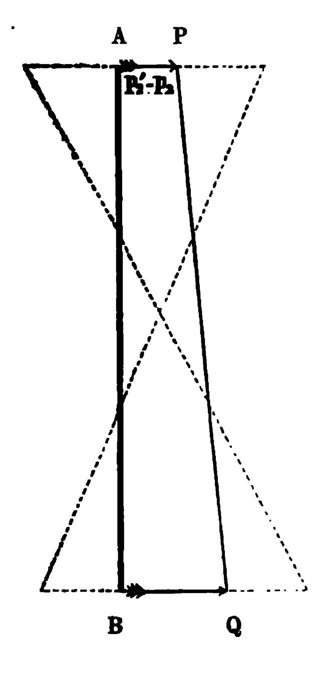



Fig. 6 veranschaulicht den durch die Werthe

$p_0 = 0{,}24$ $\quad p_0' = 0{,}10$

$P = 0{,}36$ $\quad P' = 0{,}30$

gegebenen Fall, wobei wiederum das Nebenzimmer seine vorige Temperatur hat, während das Hauptzimmer um 4° wärmer ist als bei Fig. 4 vorausgesetzt wurde.

Da $p_0 - p_0' = 0{,}14$; $P - P' = 0{,}06$, so schneidet die Drucklinie Q P die Wand B A in einem $\frac{1}{3}$ H über dem Boden liegenden Punkt, und ein überall gleich gerichteter Luftstrom, dessen Stärke durch den Inhalt des Trapezes A P Q B dargestellt ist, wird von dem mittleren Ueberdruck 0,11 vom Nebenzimmer in das Hauptzimmer getrieben.

Die Fälle, in welchen der Zwischenwand die neutrale Linie fehlt, haben das gemeinsame, dass die Frage nach welcher Seite der Luftstrom geht, durch das Vorzeichen von $p_0 - p_0'$ allein entschieden wird. Der mittlere Ueberdruck ist dabei stets von der Grösse

$$p_0 - p_0' - \frac{P - P'}{2}.$$

3) Besitzt die Zwischenwand eine neutrale Linie, so hat der Luftstrom unterhalb derselben die dem oberen entgegengesetzte Richtung, und zwar strömt die Luft unten aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer, wenn

$$p_0 - p_0'$$

positiv ist, während ein negativer Werth dieser Druckdifferenz die umgekehrte Richtung anzeigt.

Es kann somit der Fall eintreten, dass die Luft an allen übrigen vertikalen Wänden eines Zimmers unten einströmt und oben abströmt, während nur an der Zwischenwand, welche das Zimmer von einem anderen scheidet, die Richtungen umgekehrt sind, nämlich die Luft durch den oberen Theil der Zwischenwand ein-, durch den unteren ausströmt.

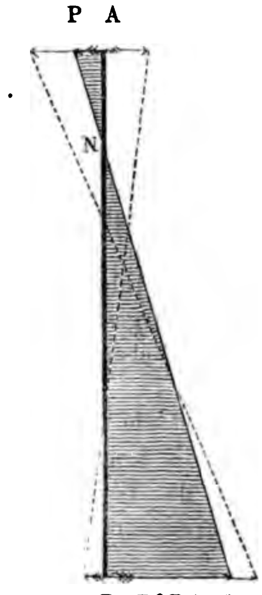



Fig. 7 stellt den Fall dar, wo die Zwischenwand eine neutrale Linie besitzt und das Nebenzimmer den eben beschriebenen eigenthümlichen Luftwechsel hat.

Die Figur ist nach den Daten

$$p_0 = 0{,}20, \; P = 0{,}30$$
$$p_0' = 0{,}03, \; P' = 0{,}09$$

gezeichnet und bezieht sich demnach ebenfalls auf die in den vorausgehenden Figuren angenommenen Zimmer. Das Hauptzimmer ist wieder in seinem anfänglichen Zustand (Fig. 4) gedacht, die Temperatur des Nebenzimmers aber um c. 14° tiefer, also nur noch um 6° höher als die Temperatur der freien Umgebung.

Es ist leicht zu beweisen, dass in allen Fällen, wo die Zwischenwand, welche zwei Zimmer von gleicher Höhe trennt, eine neutrale Linie hat, der durch die Zwischenwand vor sich gehende Luftwechsel in demjenigen der beiden Zimmer bezüglich der Richtung der Luftströme dem freien ähnlich bleibt, welches die höhere Temperatur hat.

Denn die Existenz der neutralen Linie setzt voraus, dass $p_0 - p_0'$ gleiches Vorzeichen mit $P - P'$ hat. Da die Zimmer gleich hoch sind, so ist $P - P'$ positiv oder negativ, je nachdem die Temperatur im Hauptzimmer oder im Nebenzimmer höher ist. Somit ist unter denselben Bedingungen auch die Differenz $p_0 - p_0'$ positiv oder negativ, und da deren Vorzeichen die Richtung der unteren Strömung bedingt, so erfolgt unten Einströmung in das Hauptzimmer oder in das Nebenzimmer, je nachdem ersteres oder letzteres die höhere Temperatur hat.

4) Bisher wurde die Druckvertheilung längs der Zwischenwand betrachtet, wie sie im ersten Moment stattfindet, nachdem die beiden Zimmer, die man sich vorher einzeln in freier Umgebung dachte, eben an einander gestossen wurden.

Nimmt in Folge der aus der Combination resultirenden Druckvertheilung (q) die Menge der durch die Zwischenwand in eines der beiden Zimmer eintretenden Luft stärker zu oder ab, als die Menge der durch dieselbe Wand austretenden Luft, so ist das Gleichgewicht, welches bei freier Umgebung zwischen ein- und ausströmender Luft bestand, gestört, und es stellt sich (durch Verlegung der neutralen Linien) ein neuer Beharrungzustand her.

Wir nehmen an, dass dieser neue Beharrungszustand eingetreten sei, wenn $p_0$ in $p_0 + \gamma$ und $p_0'$ in $p_0' + \varrho$ übergegangen sind, und suchen $\gamma$ und $\varrho$ aus den Gleichungen des Luftwechsels beider Zimmer zu bestimmen.

a) Behufs Formirung dieser Gleichungen soll zunächst vorausgesetzt werden, dass die Zwischenwand eine neutrale Linie und das Hauptzimmer die höhere Temperatur habe. Die Veränderungen, welche etwa vorzunehmen sind, wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, sollen später (unter b) und c)] besonders angegeben werden.

Nach Eintritt des Beharrungszustandes liegt die neutrale Linie der Zwischenwand in der Höhe

$$\frac{(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)}{P - P'} H,$$

während an den übrigen vertikalen Wänden des Hauptzimmers der Rest der neutralen Zone in der Höhe

$$\frac{p_0 + \gamma}{P} H,$$

im Nebenzimmer dagegen in der Höhe

$$\frac{p_0' + \varrho}{P'} H$$

liegt. Bezeichnet man mit $\lambda$ das Lüftungsvermögen der Zwischenwand und setzt der Kürze halber

$$p_2 = P - p_0$$
$$p_2' = P' - p_0',$$

so erhält man für den Luftwechsel des Hauptzimmers die Gleichung

$$[illegible] \lambda) \frac{(p_0 + \gamma)^2}{2P} + \lambda \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2(P - P')}$$

$$[illegible] \lambda) \frac{(p_2 - \gamma)^2}{2P} + \lambda \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2(P - P')} \quad (1$$

in welcher links das erste Glied die durch den Boden (vom Lüftungsvermögen $l_0$), das zweite die durch den unteren Theil der vertikalen Begrenzung, ausschliesslich der Zwischenwand, das dritte die durch den unteren Theil eben dieser Zwischenwand in das Hauptzimmer eintretende Luft-

**menge bezeichnet.** Die Glieder auf der rechten Seite geben die ausströmende Luftmenge und beziehen sich der Reihe nach auf die Decke, den oberen Theil der freien vertikalen Begrenzung und den oberen Theil der Zwischenwand.

Der stationäre Luftwechsel des Nebenzimmers ist dargestellt durch die Gleichung

$$l_0'(p_0'+\varrho)+(l_1'-\lambda)\frac{(p_0'+\varrho)^2}{2P'}+\lambda\frac{[(p_2-\gamma)-(p_2'-\varrho)]^2}{2(P-P')}$$

$$=l_2'(p_2'-\varrho)+(l_1'-\lambda)\frac{(p_2'-\varrho)^2}{2P'}+\lambda\frac{[(p_0+\gamma)-(p_0'+\varrho)]^2}{2(P-P')} \quad (2$$

in welcher die drei Glieder der linken Seite der Ordnung nach die Einströmung durch den Boden, den unteren Theil der freien vertikalen Begrenzung und den oberen Theil der Zwischenwand angeben, während die drei Glieder der rechten Seite die durch die übrige Begrenzung ausströmende Luftmenge ausdrücken. Die dritten Glieder sind mit denen der Gleichung (1 identisch, haben aber die Seiten gewechselt.

Zum Zweck der Auflösung nach $\gamma$ und $\varrho$ vereinfachen wir die Gleichungen (1 und (2 zunächst durch Zusammenziehen der Glieder, welche gleiche Nenner haben, und erhalten:

$$l_0.(p_0+\gamma)+\frac{1}{2}(l_1-\lambda)(p_0-p_2+2\gamma)$$

$$=l_2(p_2-\gamma)-\frac{\lambda}{2}[(p_0-p_2)-(p_0'-p_2')+2(\gamma-\varrho)] \quad (1a$$

$$l_0'(p_0'+\varrho)+\frac{1}{2}(l_1'-\lambda)(p_0'-p_2'+2\varrho)$$

$$=l_2'(p_2'-\varrho)+\frac{\lambda}{2}[(p_0-p_2)-(p_0'-p_2')+2(\gamma-\varrho)] \quad (2a$$

ken sich demnach auf den Fall, dass die beiden Zimmer zwischen denselben horizontalen Parallelebenen eingeschlossen sind.

2) Die Druckvertheilung (q) bezieht sich freilich nur auf den ersten Moment, nachdem man sich die vorher in freier Umgebung gedachten beiden Zimmer durch die Zwischenwand verbunden denkt. Dennoch dürfte eine Discussion derselben, durch welche wir eine Uebersicht über die möglichen Strömungen erhalten, die Deutlichkeit wesentlich fördern, zumal hier durch den Uebergang in den neuen Beharrungszustand an der ersten Druckvertheilung in der Regel nur wenig geändert wird. (Vgl. die Beispiele am Schluss d. A.)

Bestimmen wir zunächst die Höhe $\bar{z}$, in welcher die neutrale Linie der Zwischenwand liegt, so folgt aus

$$o = p_0 - p_0' - \frac{\bar{z}}{H}(P - P')$$

$$\bar{z} = \frac{p_0 - p_0'}{P - P'} H.$$

Somit besitzt die gemeinschaftliche Wand nur dann thatsächlich eine neutrale Linie, wenn $p_0 - p_0'$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen und zugleich dem absoluten Werthe nach

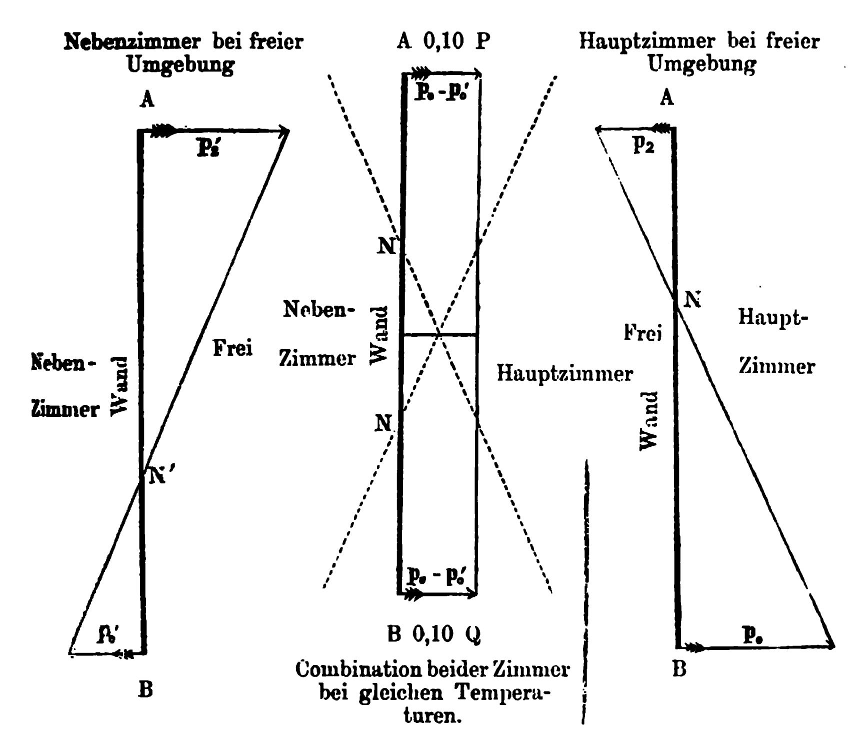
$$p_0 - p_0' < P - P'$$

ist. In den übrigen Fällen hat der durch die gemeinschaftliche Wand gehende Luftstrom in der ganzen Höhe der Wand die gleiche Richtung.

Diese Fälle sollen zunächst erörtert werden.

a) Ist die Temperatur in beiden Zimmern gleich hoch, so ist $P = P'$, und der Ueberdruck q ist in jeder Höhe der Zwischenwand gleich gross, nämlich gleich $p_0 - p_0'$. Somit geht in diesem Fall durch die

Zwischenwand ein Luftstrom, welcher überall die gleiche Richtung und Stärke hat. Seine Richtung hängt davon ab, ob die Differenz $p_0 - p_0'$ positiv oder negativ ist. Ist sie positiv, dann strömt die Luft aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer, während das negative Vorzeichen die entgegengesetzte Richtung des Luftstroms anzeigt.




Combination beider Zimmer bei gleichen Temperaturen.

Fig. 4 gibt ein Bild der längs der Zwischenwand bestehenden Druckdifferenz, wenn diese Wand zwei Zimmer von gleich hoher Temperatur trennt, deren neutrale Zonen (bei freier Umgebung) in den Höhen $BN = \frac{2}{3}H$ und $BN' = \frac{1}{3}H$ liegen. Die der Wand Parallele PQ begrenzt die überall gleichen Ueberdrücke $(p_0 - p_0')$, welche einen

Luftstrom aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer treiben. Der Flächeninhalt der Figur APQB gibt ein Bild der stündlich durch die Wand strömenden Luftmenge, welcher er proportional ist.

b) Sind die Temperaturen beider Zimmer verschieden, so läuft die Drucklinie (wie PQ) der Wand AB nicht parallel; aber es kann vorkommen, dass ihr Schnittpunkt in die Verlängerung der Wand AB, und zwar entweder unter B hinab oder über A hinaus fällt. Ersteres ist der Fall, wenn das Vorzeichen von $p_0 - p_0'$ von dem Vorzeichen der Differenz $P - P'$ verschieden ist, letzteres, wenn die Vorzeichen zwar gleich sind, aber absolut

$$p_0 - p_0' > P - P'.$$

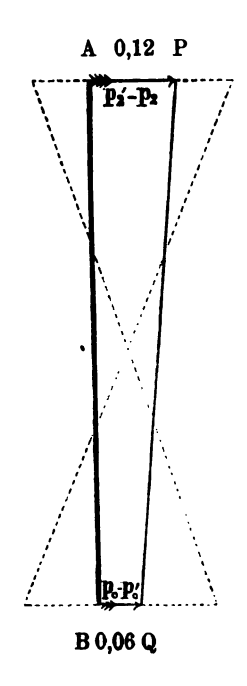



Fig. 5 gibt ein Bild der Druckvertheilung längs der Zwischenwand AB derselben beiden Zimmer, welche in Fig. 4 behandelt sind. Das Nebenzimmer hat noch die frühere Temperatur, im Hauptzimmer aber ist sie um c. 4 Grade tiefer als vorhin angenommen, so dass nun für letzteres

$$p_0 = 0{,}16, \; P = 0{,}24$$

während für das Nebenzimmer die früheren Werthe ($p_0' = 0{,}10$, $P' = 0{,}30$) verbleiben.

Da $p_0 - p_0' = 0{,}06$, $P - P' = -0{,}06$, so wird $\bar{z} = -H$ und es convergirt die Drucklinie PQ nach einem um die Strecke H unterhalb des Bodens liegenden Punkte.

Die Luft strömt unter dem mittleren Ueberdruck

$$p_0 - p_0' - \frac{P - P'}{2} = 0{,}09$$

vom Nebenzimmer in das Hauptzimmer, und das Trapez APQB stellt wiederum die Stärke dieses Luftstromes dar.

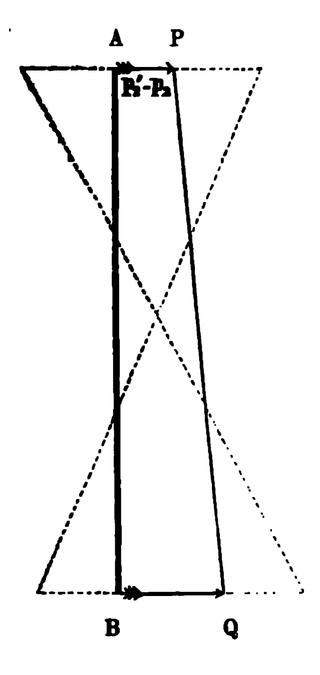



Fig. 6 veranschaulicht den durch die Werthe

$p_0 = 0{,}24$ $\quad p_0' = 0{,}10$

$P = 0{,}36$ $\quad P' = 0{,}30$

gegebenen Fall, wobei wiederum das Nebenzimmer seine vorige Temperatur hat, während das Hauptzimmer um 4° wärmer ist als bei Fig. 4 vorausgesetzt wurde.

Da

$p_0 - p_0' = 0{,}14$; $P - P' = 0{,}06$, so schneidet die Drucklinie QP die Wand BA in einem $\frac{7}{3}$ H über dem Boden liegenden Punkt, und ein überall gleich gerichteter Luftstrom, dessen Stärke durch den Inhalt des Trapezes APQB dargestellt ist, wird von dem mittleren Ueberdruck 0,11 vom Nebenzimmer in das Hauptzimmer getrieben.

Die Fälle, in welchen der Zwischenwand die neutrale Linie fehlt, haben das gemeinsame, dass die Frage nach welcher Seite der Luftstrom geht, durch das Vorzeichen von $p_0 - p_0'$ allein entschieden wird. Der mittlere Ueberdruck ist dabei stets von der Grösse

$$p_0 - p_0' - \frac{P - P'}{2}.$$

3) Besitzt die Zwischenwand eine neutrale Linie, so hat der Luftstrom unterhalb derselben die dem oberen entgegengesetzte Richtung, und zwar strömt die Luft unten aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer, wenn

$$p_0 - p_0'$$

positiv ist, während ein negativer Werth dieser Druckdifferenz die umgekehrte Richtung anzeigt.

Es kann somit der Fall eintreten, dass die Luft an allen übrigen vertikalen Wänden eines Zimmers unten einströmt und oben abströmt, während nur an der Zwischenwand, welche das Zimmer von einem anderen scheidet, die Richtungen umgekehrt sind, nämlich die Luft durch den oberen Theil der Zwischenwand ein-, durch den unteren ausströmt.

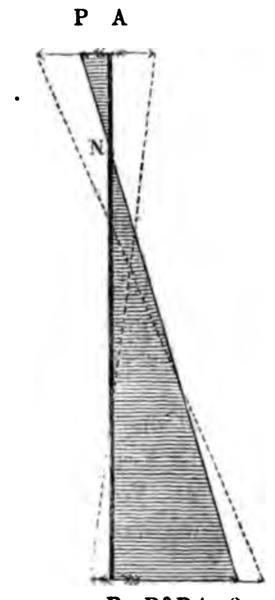



Fig. 7 stellt den Fall dar, wo die Zwischenwand eine neutrale Linie besitzt und das Nebenzimmer den eben beschriebenen eigenthümlichen Luftwechsel hat.

Die Figur ist nach den Daten

$$p_0 = 0{,}20, \ P = 0{,}30$$
$$p_0' = 0{,}03, \ P' = 0{,}09$$

gezeichnet und bezieht sich demnach ebenfalls auf die in den vorausgehenden Figuren angenommenen Zimmer. Das Hauptzimmer ist wieder in seinem anfänglichen Zustand (Fig. 4) gedacht, die Temperatur des Nebenzimmers aber um c. 14° tiefer, also nur noch um 6° höher als die Temperatur der freien Umgebung.

Es ist leicht zu beweisen, dass in allen Fällen, wo die Zwischenwand, welche zwei Zimmer von gleicher Höhe trennt, eine neutrale Linie hat, der durch die Zwischenwand vor sich gehende Luftwechsel in demjenigen der beiden Zimmer bezüglich der Richtung der Luftströme dem freien ähnlich bleibt, welches die höhere Temperatur hat.

Denn die Existenz der neutralen Linie setzt voraus, dass $p_0 - p_0'$ gleiches Vorzeichen mit $P - P'$ hat. Da die Zimmer gleich hoch sind, so ist $P - P'$ positiv oder negativ, je nachdem die Temperatur im Hauptzimmer oder im Nebenzimmer höher ist. Somit ist unter denselben Bedingungen auch die Differenz $p_0 - p_0'$ positiv oder negativ, und da deren Vorzeichen die Richtung der unteren Strömung bedingt, so erfolgt unten Einströmung in das Hauptzimmer oder in das Nebenzimmer, je nachdem ersteres oder letzteres die höhere Temperatur hat.

4) Bisher wurde die Druckvertheilung längs der Zwischenwand betrachtet, wie sie im ersten Moment stattfindet, nachdem die beiden Zimmer, die man sich vorher einzeln in freier Umgebung dachte, eben an einander gestossen wurden.

Nimmt in Folge der aus der Combination resultirenden Druckvertheilung (q) die Menge der durch die Zwischenwand in eines der beiden Zimmer eintretenden Luft stärker zu oder ab, als die Menge der durch dieselbe Wand austretenden Luft, so ist das Gleichgewicht, welches bei freier Umgebung zwischen ein- und ausströmender Luft bestand, gestört, und es stellt sich (durch Verlegung der neutralen Linien) ein neuer Beharrungzustand her.

Wir nehmen an, dass dieser neue Beharrungszustand eingetreten sei, wenn $p_0$ in $p_0 + \gamma$ und $p_0'$ in $p_0' + \varrho$ übergegangen sind, und suchen $\gamma$ und $\varrho$ aus den Gleichungen des Luftwechsels beider Zimmer zu bestimmen.

a) Behufs Formirung dieser Gleichungen soll zunächst vorausgesetzt werden, dass die Zwischenwand eine neutrale Linie und das Hauptzimmer die höhere Temperatur habe. Die Veränderungen, welche etwa vorzunehmen sind, wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, sollen später [unter b) und c)] besonders angegeben werden.

Nach Eintritt des Beharrungszustandes liegt die neutrale Linie der Zwischenwand in der Höhe

$$\frac{(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)}{P - P'} H,$$

während an den übrigen vertikalen Wänden des Hauptzimmers der Rest der neutralen Zone in der Höhe

$$\frac{p_0 + \gamma}{P} H,$$

im Nebenzimmer dagegen in der Höhe

$$\frac{p_0' + \varrho}{P'} H$$

liegt. Bezeichnet man mit $\lambda$ das Lüftungsvermögen der Zwischenwand und setzt der Kürze halber

$$p_2 = P - p_0$$
$$p_2' = P' - p_0',$$

so erhält man für den Luftwechsel des Hauptzimmers die Gleichung

$$l_0 (p_0 + \gamma) + (l_1 - \lambda) \frac{(p_0 + \gamma)^2}{2 P} + \lambda \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2 (P - P')}$$

$$= l_2 (p_2 - \gamma) + (l_1 - \lambda) \frac{(p_2 - \gamma)^2}{2 P} + \lambda \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2 (P - P')} \quad (1$$

in welcher links das erste Glied die durch den Boden (vom Lüftungsvermögen $l_0$), das zweite die durch den unteren Theil der vertikalen Begrenzung, ausschliesslich der Zwischenwand, das dritte die durch den unteren Theil eben dieser Zwischenwand in das Hauptzimmer eintretende Luft-

menge bezeichnet. Die Glieder auf der rechten Seite geben die ausströmende Luftmenge und beziehen sich der Reihe nach auf die Decke, den oberen Theil der freien vertikalen Begrenzung und den oberen Theil der Zwischenwand.

Der stationäre Luftwechsel des Nebenzimmers ist dargestellt durch die Gleichung

$$l_0'(p_0'+\varrho)+(l_1'-\lambda)\frac{(p_0'+\varrho)^2}{2\,P'}+\lambda\frac{[(p_2-\gamma)-(p_2'-\varrho)]^2}{2\,(P-P')}$$

$$=l_2'(p_2'-\varrho)+(l_1'-\lambda)\frac{(p_2'-\varrho)^2}{2\,P'}+\lambda\frac{[(p_0+\gamma)-(p_0'+\varrho)]^2}{2\,(P-P')}\quad(2$$

in welcher die drei Glieder der linken Seite der Ordnung nach die Einströmung durch den Boden, den unteren Theil der freien vertikalen Begrenzung und den oberen Theil der Zwischenwand angeben, während die drei Glieder der rechten Seite die durch die übrige Begrenzung ausströmende Luftmenge ausdrücken. Die dritten Glieder sind mit denen der Gleichung (1 identisch, haben aber die Seiten gewechselt.

Zum Zweck der Auflösung nach $\gamma$ und $\varrho$ vereinfachen wir die Gleichungen (1 und (2 zunächst durch Zusammenziehen der Glieder, welche gleiche Nenner haben, und erhalten:

$$l_0.(p_0+\gamma)+\frac{1}{2}\,(l_1-\lambda)\,(p_0-p_2+2\,\gamma)$$

$$=l_2(p_2-\gamma)-\frac{\lambda}{2}\,[(p_0-p_2)-(p_0'-p_2')+2\,(\gamma-\varrho)]\quad(1a$$

$$l_0'(p_0'+\varrho)+\frac{1}{2}\,(l_1'-\lambda)\,(p_0'-p_2'+2\,\varrho)$$

$$=l_2'(p_2'-\varrho)+\frac{\lambda}{2}\,[(p_0-p_2)-(p_0'-p_2')+2\,(\gamma-\varrho)]\quad(2a$$

Durch Berücksichtigung der Gleichungen des freien Luftwechsels, nämlich

$$\left\{\begin{array}{l} l_0\, p_0 + \frac{1}{2} l_1\, (p_0 - p_2) = l_2\, p_2 \\ l_0'\, p_0' + \frac{1}{2} l_1'\, (p_0' - p_2') = l_2'\, p_2' \end{array}\right\},$$

werden die einfachen Formen gewonnen:

$$L\gamma - \lambda\varrho = \frac{\lambda}{2}\,(p_0' - p_2') \quad \ldots\ldots\ldots (1b$$

$$L'\varrho - \lambda\gamma = \frac{\lambda}{2}\,(p_0 - p_2) \quad \ldots\ldots\ldots (2b$$

Aus diesen folgt endlich

$$\gamma = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{L'(2\,p_0' - P') + \lambda\,(2\,p_0 - P)}{LL' - \lambda^2}$$

$$\varrho = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{L\,(2\,p_0 - P) + \lambda\,(2\,p_0' - P')}{LL' - \lambda^2}$$

b) Da bei Aufstellung der Gleichungen (1 und (2 die Voraussetzung gemacht wurde, dass die Temperatur des Hauptzimmers höher sei als die des Nebenzimmers ($P > P'$), so scheinen ohne weiteren Nachweis auch die daraus abgeleiteten Werthe von $\gamma$ und $\varrho$ an jene Voraussetzung gebunden. Es soll gezeigt werden, dass eine solche Beschränkung nicht stattfindet.

Denn ist die Temperatur des Nebenzimmers die höhere, also $P' > P$, so ändern in beiden Gleichungen die dritten Glieder ihre Vorzeichen, und wir wissen zugleich aus Nr. 3., dass die durch die Zwischenwand vor sich gehenden Luftströmungen ihre Richtungen wechseln. Setzt man demnach jedes dritte Glied mit verändertem Vorzeichen auf die andere Seite seiner Gleichung, so erhält man diejenigen Gleichungen des Luftwechsels, welche der Voraussetzung $P' > P$ entsprechen. Letztere sind demnach nur Umformungen der Gleichungen (1 und (2.

c) Es soll nun bewiesen werden, dass die abgeleiteten

Werthe von $\gamma$ und $\varrho$ auch dann richtig sind, wenn der Zwischenwand die neutrale Linie fehlt.

Ist Letzteres der Fall, so ist die Strömung durch die Zwischenwand durchaus einseitig, und es besteht jede der beiden Gleichungen des Luftwechsels nur aus fünf Gliedern. Vier derselben beziehen sich auf freie Begrenzungen und haben die gleiche Form wie die analogen Glieder der Gleichungen (1 und (2, das fünfte stellt die Luftmenge dar, welche durch die Zwischenwand geht, ist in beiden Gleichungen identisch und von der Form

$$\frac{\lambda}{2}\left[(p_0 + \gamma') - (p_0' + \varrho') + (p_2' - \varrho') - (p_2 - \gamma')\right],$$

welche man erhält, wenn man das Lüftungsvermögen $\lambda$ mit dem arithmetischen Mittel der unten und oben bestehenden Ueberdrücke multiplizirt. Dabei sind die durch den neuen Beharrungszustand gegebenen Zuwächse von $p_0$ und $p_0'$ vorläufig mit $\gamma'$ und $\varrho'$ bezeichnet.

Derselbe Ausdruck wird aber auch erhalten, wenn man die dritten Glieder der Gleichungen (1 und (2 zusammenzieht (Vgl. die letzten Glieder der Umformungen (1a und (2a), und $\varrho$ und $\gamma$ durch die markirten $\varrho'$ und $\gamma'$ ersetzt.

Folglich ergeben sich unter der Voraussetzung, dass die neutrale Linie in der Zwischenwand fehlt, Gleichungen, welche lediglich Umformungen der Gleichungen (1 und (2 sind, und somit für die hier angenommenen Veränderungen $\gamma'$ und $\varrho'$ die für $\gamma$ und $\varrho$ abgeleiteten Werthe.

5. Will man den Luftwechsel beider Zimmer aus ihren Temperaturen (T, T') der Temperatur (t) der Umgebung und aus den Dimensionen und Durchlässigkeiten berechnen, so hat man zunächst P und P' aus den Formeln

$$P = H\,1{,}293\,\frac{B}{760}\cdot\frac{T - t}{270 + T + t}$$

$$P' = H\,1{,}293\,\frac{B}{760}\cdot\frac{T'-t}{270+T'+t}$$

herzustellen, wobei H die (gemeinschaftliche) Höhe der Zimmer und B den Barometerstand bezeichnet. Sodann werden die Lüftungsvermögen gefunden, indem man die Flächen der drei Hauptbegrenzungen (Boden, Decke, vertikale Wände), sowie der Zwischenwand mit den zugehörigen Durchlässigkeiten multiplizirt. Dann ergibt sich

$$p_0 = P\,\frac{l_2 + \frac{1}{2}l_1}{L}$$

$$p_0' = P'\,\frac{l_2' + \frac{1}{2}l_1'}{L'}$$

und $p_2 = P - p_0$, $p_2' = P' - p_0'$.

Hierauf erhält man die Werthe von $\gamma$ und $\varrho$ aus den obigen Formeln.

Nun ist zu untersuchen, ob

$$(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$$

mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen ist, und ferner, wenn dieses der Fall ist, ob zugleich der absolute Werth von $(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$ kleiner ist als der von $P - P'$.

Sind beide Bedingungen erfüllt, dann kann jede Seite der Gleichung (1 als Formel für den Luftwechsel des Hauptzimmers und jede Seite der Gleichung (2 als Formel für den Luftwechsel des Nebenzimmers benützt werden; nur hat man, wenn die dritten Glieder negativ ausfallen (weil etwa $T' > T$), dieselben unter Aenderung des Vorzeichens mit einander zu vertauschen. Ist hingegen eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt, so ist an die Stelle des dritten Gliedes die Differenz der beiden dritten Glieder und zwar da zu setzen, wo sie positiven Werth erhält.

6. Schliesslich ist noch des extremen Falles zu gedenken, wo durch die Zwischenwand oder einen Theil derselben so viel Luft strömt, dass, um eine aequivalente Gegen-

strömung hervorzubringen, alle übrigen Wände des Zimmers sich in einem und demselben Sinn am Luftwechsel betheiligen müssen.

Dieser Fall kündigt sich für das Hauptzimmer dadurch an, dass $\gamma$ grösser wird als $p_2$ oder dadurch dass $(-\gamma)$ grösser als $p_0$, und für das Nebenzimmer dadurch, dass $\varrho$ den Werth $p_2'$ oder $-\varrho$ den Werth $p_0'$ überschreitet.

Zunächst ergibt eine besondere, den bisher zu solchen Zwecken angestellten analoge Betrachtung, dass die Werthe von $\gamma$ und $\varrho$ ihre Giltigkeit nicht verlieren.

Bei Berechnung des Luftwechsels sind stets diejenigen beiden Glieder, welche sich auf den freien Theil der vertikalen Begrenzung beziehen (also die zweiten Glieder der Gleichungen (1 und (2 ) in eines zusammenzuziehen und das erhaltene Glied auf diejenige Seite zu setzen, wo es positiv ist. Sodann ist zu unterscheiden, ob die Zwischenwand eine neutrale Linie hat oder nicht. Dieselbe ist bekanntlich vorhanden, wenn $(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen und kleiner ist als letztere Differenz. Ist diese Bedingung erfüllt, dann bleiben die dritten, mit $\lambda$ multiplizirten Glieder der Gleichungen (1 und (2 getrennt, und wenn sämmtliche Glieder, wie es sein muss, so versetzt sind, dass sie positive Werthe erhalten, wird eines dieser dritten Glieder allein auf einer Seite stehen, während auf der anderen Seite die vier anderen Glieder der Gleichung auftreten.

Dieser Fall ist z. B. im Nebenzimmer gegeben, wenn dasselbe abgeschlossen ist und die Temperatur der freien Umgebung hat, während die Temperatur des Hauptzimmers höher ist.

Hat die Zwischenwand keine neutrale Linie, so sind auch die dritten Glieder der Gleichungen (1 und (2 zu einem Glied zu vereinigen und die betreffende Gleichung hat nur noch vier Glieder, von welchen sich eines auf den

Fussboden, eines auf die Decke, eines auf die freie vertikale Begrenzung bezieht, während das vierte, welches der Summe der drei vorigen gleich ist, die durch die Zwischenwand strömende Luftmenge darstellt.

Will man in diesem Falle bloss die absolute Grösse des Luftwechsels eines Zimmers, ohne darnach zu fragen, in welchem Masse sich die einzelnen Begrenzungen daran betheiligen, so genügt es offenbar, die Zwischenwand allein in Betracht zu ziehen.

7. Im Allgemeinen darf bemerkt werden, dass der Einfluss, welchen ein Nebenzimmer auf die Grösse des Luftwechsels eines Zimmers hat, um so geringer ist, je kleiner das Lüftungsvermögen ($\lambda$) der Zwischenwand im Verhältniss zu den Gesammtlüftungsvermögen ($L$, $L'$) ist. In sehr vielen Fällen, wo es nur auf die Gesammtgrösse des Luftwechsels ankommt und das Verhalten der Zwischenwand nicht an und für sich interessirt, kann der Einfluss des Nebenzimmers ganz vernachlässigt werden.

Zur Begründung dieser Behauptung und Veranschaulichung des Ganges der Rechnung sollen einige Beispiele, welchen erfahrungsgemässe Voraussetzungen zu Grunde gelegt sind, vollständig durchgerechnet werden.

## Beispiele.

1. Von zwei Zimmern, welche, durch eine vertikale Wand von 7 m Länge und 3,6 m Höhe getrennt, neben einander liegen, ist das eine, welches wir das Hauptzimmer nennen wollen, 5 m, das andere, das Nebenzimmer 7,5 m breit.

Die Durchlässigkeit der vertikalen Begrenzungen ist 3,0, die der Decken 6,0; hingegen sind die Durchlässigkeiten der Fussböden verschieden, im Hauptzimmer 15,7, im Nebenzimmer 1,51.

**Daraus** berechnen sich zunächst die Lüftungsvermögen

a) für das Hauptzimmer

| | | | |
|---|---|---|---|
| Boden | $l_0 = 35 \,.\, 15{,}7$ | $=$ | 549,5 |
| vert. Wände | $l_1 = 24 \,.\, 3{,}6 \,.\, 3$ | $=$ | 259,2 |
| Decke | $l_2 = 35 \,.\, 6$ | $=$ | 210,0 |
| Total | $L = l_0 + l_1 + l_2$ | $=$ | 1018,7 |

für die Zwischenwand allein

$$\lambda = 7 \,.\, 3{,}6 \,.\, 3 = 75{,}6$$

b) für das Nebenzimmer:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Boden | $l_0' = 52{,}5 \,.\, 1{,}51$ | $=$ | 79,2 |
| vert. Wände | $l_1' = 29 \,.\, 3{,}6 \,.\, 3$ | $=$ | 313,2 |
| Decke | $l_2' = 52{,}5 \,.\, 6$ | $=$ | 315,0 |
| Total | $L' = l_0' + l_1' + l_2'$ | $=$ | 707,4 |

Ueber die Temperaturen sollen der Reihe nach zwei verschiedene Annahmen gemacht werden; der ersteren gemäss haben beide Zimmer die gleiche Temperatur, welche beträchtlich höher ist, als die Temperatur der Umgebung; die zweite hingegen setzt für das Nebenzimmer die Temperatur der Umgebung voraus.

Erste Annahme. Beide Zimmer haben die gleiche Temperatur von 20° C.; die freie Umgebung hat 0° C., der Barometerstand ist 740 mm.

Dann ist die Gewichtsdifferenz zwischen den inneren und äusseren Luftsäulen von der Basis 1 qm und der Höhe 3,6 m

$$P = P' = 3{,}6 \,.\, 1{,}293 \, \frac{740}{760} \,.\, \frac{20}{290} = 0{,}313 \text{ Kilogr.}$$

Ferner berechnet man die bei freier Umgebung am Boden und an der Decke vorhandenen Ueberdrücke aus den Gleichungen

$$p_0 = P \, \frac{l_2 + \frac{1}{2} l_1}{L} = 0{,}1043 \text{ Kilogr.}$$

$$p_2 = P - p_0 \qquad = 0{,}2087 \text{ Kilogr.}$$

$$p_0' = P' \frac{l_2' + \frac{1}{2} l_1'}{L} = 0{,}2087 \quad ,,$$

$$p_2' = P' - p_0' \qquad = 0{,}1043 \quad ,,$$

Die durch die Combination beider Zimmer bewirkten Veränderungen ($\gamma$ und $\varrho$) der freien Ueberdrücke findet man aus den Formeln in Nr. 4. a:

$$\gamma = 37{,}8 \frac{707{,}4\,(0{,}417 - 0{,}313) + 75{,}6\,(0{,}209 - 0{,}313)}{1018{,}7 \;.\; 707{,}4 - (75{,}6)^2} = 0{,}0035$$

$$\varrho = 37{,}8 \frac{1018{,}7\,(0{,}209 - 0{,}313) + 75{,}6\,(0{,}417 - 0{,}313)}{1018{,}7 \;.\; 707{,}4 - (75{,}6)^2} = -0{,}0052$$

Schon der geringe Betrag dieser Druckänderungen, der auf der Grenze des manometrisch Nachweisbaren liegt, beweist, dass durch die Combination der beiden Zimmer nur geringe Veränderungen im Luftwechsel derselben eintreten. Jedoch interessirt uns das Verhalten der Zwischenwand, weil es uns belehrt, inwieweit der Bewohner eines Zimmers von der Beschaffenheit der Luft beeinflusst werden kann, die sich in einem anstossenden Zimmer befindet.

Um dieses zu ermitteln, haben wir der in Nro. 5 gegebenen Anleitung gemäss die Differenz

$$(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho) = -0{,}0957$$

mit

$$P - P' = 0$$

zu vergleichen.

Da der erstere Werth numerisch grösser ist als der zweite, so fehlt der Zwischenwand die neutrale Linie, und das negative Vorzeichen sagt aus, dass der durchaus gleich gerichtete Luftstrom, welcher durch die Zwischenwand fliesst, aus dem Hauptzimmer in das Nebenzimmer gerichtet ist.

Was seine Quantität betrifft, so folgt aus den allgemeinen Erwägungen in Nro. 2. a, dass dieselbe durch

$$-\lambda\,[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]$$

gegeben ist. Dasselbe erhält man auch, wenn man der in Nro. 5 gegebenen Regel gemäss die dritten Glieder der Gleichung des Luftwechsels (des Hauptzimmers) auf der Seite der Ausströmung zusammenzieht. Es ist nämlich

$$\lambda \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2(P - P')} - \lambda \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2(P - P')}$$

$$= \frac{\lambda}{2} \Big[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho) - (p_0 + \gamma) + (p_0' + \varrho)\Big]$$

und da

$$p_2 = P - p_0, \quad p_2' = P' - p_0'$$
$$P = P'$$

so folgt

$$\lambda\, [(p_0' + \varrho) - (p_0 + \gamma)]$$

wie oben.

Die Zahlenrechnung gibt 7,2 Kubikmeter pro Stunde, welche durch die Zwischenwand nach dem Nebenzimmer abfliessen, während aus diesem keine Luft in das Hauptzimmer übergeht.

Der Art nach gleich wird der Effekt in der Regel sein, wenn zwei Zimmer von gleicher oder wenig verschiedener Temperatur neben einander liegen, welche bei gleicher Durchlässigkeit der Decken verschiedene Durchlässigkeiten der Fussböden haben: der Strom durch die Zwischenwand ist einseitig und geht in dasjenige der beiden Zimmer hinein, dessen Fussboden die geringere Durchlässigkeit hat.

Um den Gesammtluftwechsel des Hauptzimmers zu finden, haben wir noch die Luftmenge

$$(l_1 - \lambda) \frac{(p_2 - \gamma)^2}{2P} = 12{,}3 \text{ Cbm},$$

zu berechnen, welche durch den oberen Theil der übrigen vertikalen Begrenzung abströmt, und endlich die Ausströmung durch die Decke

$$l_2 (p_2 - \gamma) = 43{,}1 \text{ Cbm};$$

so dass der Luftwechsel des Hauptzimmers, nach der Ausströmung beurtheilt,

$$7{,}2 + 12{,}3 + 43{,}1 = 62{,}6 \text{ Cbm}$$

beträgt.

Bei allseitig freier Umgebung würde der Luftwechsel dieses Zimmers 61,8 Cbm betragen, also nur um 0,8 Cbm geringer sein.

Auch im Nebenzimmer, dessen Luftwechsel bei freier Umgebung

$$l_0' p_0' + l_1' \frac{p_0'^2}{2 P'} = 38{,}3 \text{ Cbm}$$

sein würde, wird durch die Combination eine kleine Zunahme erzielt, da sich sein Luftwechsel nunmehr zu

$$l_0'(p_0' + \varrho) + (l_1' - \lambda) \frac{(p_0' + \varrho)^2}{2 P'} + \lambda[(p_0' + \varrho) - (p_0 + \gamma)]$$
$$= 39{,}0 \text{ Cbm}$$

berechnet. Hievon kommen indessen nur 31,8 Cbm aus dem Freien, die übrigen 7,2 Cbm aus dem Hauptzimmer.

Zweite Annahme. Das Hauptzimmer habe wiederum die Temperatur von 20° C., das Nebenzimmer aber die Temperatur (0° C.) der Umgebung.

Unter diesen Voraussetzungen ist

$$P = 0{,}3130 \qquad P' = 0$$
$$p_0 = 0{,}1043 \qquad p_0' = 0$$
$$p_2 = 0{,}2087 \qquad p_2' = 0$$
$$\gamma = -0{,}0004$$
$$\varrho = -0{,}0056$$

Somit ist dieses Mal $(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen (+) und kleiner als $P - P'$, und die Zwischenwand hat eine neutrale Linie, welche in der Höhe

$$H \frac{(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)}{P - P'} = 1{,}26 \text{ m}$$

über dem Fussboden liegt.

Ferner ist dadurch, dass

$$- \varrho > p_0',$$

(nach Nro. 6) angezeigt, dass die ganze übrige Begrenzung des Nebenzimmers hinaus lässt, was durch den oberhalb der neutralen Linie liegenden Theil der Zwischenwand aus dem Hauptzimmer zuströmt. Sowohl durch die Decke als durch den Boden als durch die drei an das Freie grenzenden Wände des Nebenzimmers geht Luft unter dem überall gleichen Ueberdrucke von 0,0056 Kilogr. pro Quadratmeter hinaus. Unterhalb der neutralen Linie strömt Luft durch die Zwischenwand aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer.

Der Luftwechsel des Nebenzimmers lässt sich entweder nach der Grösse der Einströmung bemessen und ist dann durch den Ausdruck

$$\lambda \cdot \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2\,(P - P')}$$

gegeben, der den Werth 5,0 Cbm erhält, oder nach der Ausströmung, wobei dann der in das Hauptzimmer abströmende Theil aus

$$\lambda \cdot \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2\,(P - P')} = \underline{1{,}45} \text{ Cbm}$$

und das Uebrige, was in das Freie ausströmt, aus

$$- \varrho\,(L' - \lambda) = 3{,}54 \text{ Cbm}$$

gefunden wird.

Der Luftwechsel des Hauptzimmers, nach der Einströmung bemessen, setzt sich zusammen aus

1) der Einströmung durch den Boden

$$l_0\,(p_0 + \gamma) = 57{,}1 \text{ Cbm}$$

2) der Einströmung durch den unteren Theil der Zwischenwand, obige 1,45 Cbm,

3) der Einströmung durch die übrige vertikale Begrenzung

$$(l_1 - \lambda) \frac{(p_0 + \gamma)^2}{2P} = 3{,}2 \text{ Cbm}$$

und beträgt demnach im Ganzen

$$57{,}1 + 1{,}4 + 3{,}2 = 61{,}7 \text{ Cbm.}$$

Vergleicht man die drei unter verschiedenen Umständen für den Luftwechsel des Hauptzimmers gefundenen Zahlen:

61,8 Cbm bei allseitig freier Umgebung,
62,6 „ wenn das Nebenzimmmer 20° warm ist,
61,7 „ „ „ „ abgeschlossen ist und die Temperatur (0°) der Umgebung hat,

so sieht man, dass der Einfluss des Nebenzimmers auf die Quantität des Luftwechsels im Hauptzimmer in der That sehr gering ist.

2. In dem so eben durchgerechneten Beispiel sind die Durchlässigkeiten der beiden Fussböden sowohl unter einander als auch den Decken gegenüber sehr verschieden angenommen. Es sollen zum Vergleiche noch diejenigen Resultate angegeben werden, zu welchen man kommt, wenn die Durchlässigkeiten der Fussböden sowohl unter sich als mit dem der Decken gleich gesetzt werden, während alle übrigen Werthe so bleiben wie sie im ersten Beispiele vorausgesetzt waren.

Die Lüftungsvermögen werden dann:

a) im Hauptzimmer:

| | |
|---|---|
| Boden | 210 |
| vert. Wände | 259,2 |
| Decke | 210 |
| Total | 679,2 |
| Zwischenwand | 75,6 |

b) im Nebenzimmer:

| | |
|---|---|
| Boden | 315 |
| vert. Wände | 313,2 |
| Decke | 315 |
| Total | 943,2 |

Erste Annahme. Beide Zimmer haben die gleiche Temperatur von 20° C., die freie Umgebung hat 0° C. Dann ist

$$P = P' = 0{,}3126$$

$$p_0 = p_2 = p_0' = p_2' = 0{,}1563,$$

und die neutrale Zone liegt somit bei beiden Zimmern in der Mitte der Höhe.

Ferner wird $\gamma = 0, \ \varrho = 0.$

Folglich findet durch die Zwischenwand hindurch keine Luftströmung statt, und der Luftwechsel jedes Zimmers ist geringer als bei freier Umgebung um diejenige Luftmenge, welche durch die Hälfte der Zwischenwand gehen würde.

Diese Luftmenge ist

$$\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{p_0}{2} = 2{,}95 \text{ Cbm.}$$

Zweite Annahme. Das Hauptzimmer habe die Temperatur 20° C., das Nebenzimmer die Temperatur 0° C. der Umgebung. Dann ist

$$P = 0{,}3126$$
$$p_0 = p_2 = 0{,}1563$$
$$P' = p_0' = p_2' = 0$$

und wiederum

$$\gamma = 0, \ \varrho = 0$$

Der Luftwechsel des Nebenzimmers ist auf die Luftmenge beschränkt, welche durch die untere Hälfte der Zwischenwand nach dem Hauptzimmer abfliesst, und, wie vorhin berechnet,

2,95 Cbm

beträgt. Eine gleich grosse Luftmenge kehrt durch den oberen Theil der Zwischenwand nach dem Nebenzimmer zurück, so dass dieses Zimmer aus dem Freien keine Luft aufnimmt.

Der Luftwechsel des Hauptzimmers ist ebenso gross wie bei allseitig. freier Umgebung (61,8 Cbm).

Man kann demnach den letzten Fall kurz dahin charaktersiren, dass, so lange die vorausgesetzte Temperatur der Umgebung im Nebenzimmer besteht, dieses von dem wärmeren Hauptzimmer aus mit Luft ausgespült wird. Thatsächlich wird dieses Ausspülen bald zu einer Erwärmung des Nebenzimmers führen, wodurch dann demselben ein selbständiger Luftwechsel verschafft und der Process des Ausspülens modifizirt wird.

---

## Vierte Abhandlung.

**Ueber den Luftwechsel, der bei Windstille in einer beliebigen Combination von Gemächern stattfindet, welche von einander und von der freien Luft durch poröse Wände geschieden sind.**

Es soll die Aufgabe gelöst werden:

> Aus den gegebenen Dimensionen, Durchlässigkeiten und Temperaturen die Menge und Richtung der Luft zu berechnen, welche durch jede einzelne Wand der Combination hindurchgeht, nachdem das ganze System der Wände in einen Beharrungszustand eingetreten ist.

### I.

1. Die Menge (dw) der Luft, welche in einer Stunde durch das Flächenelement (df) der Wand geht, wird gefunden, wenn man das Produkt aus der Grösse des Elementes in seine Durchlässigkeit (k) (also das Lüftungsvermögen des Flächenelementes) mit dem Ueberdruck (q) multiplizirt, welchen die auf der einen Seite des Elementes befindliche Luft über die auf der anderen Seite angrenzende besitzt, oder es ist

$$dw = q\,k\,df.$$

Da k, welches constant oder eine Function der Lage des Flächenelementes sein kann, als bekannt vorausgesetzt wird, so ist zur Lösung der gestellten Aufgabe noch er-

forderlich, q als Function der Lage des Elementes df auszudrücken, d. h. die Grösse und Richtung des einseitigen Ueberdrucks zu ermitteln, welcher an jedem Flächenelement der gegebenen Combination von Gemächern besteht und Luft durch das Element hindurchtreibt.

Was zunächst die Richtung dieser Ueberdrücke betrifft, so scheint es zweckmässig, den schon in der dritten Abhandlung eingenommenen Standpunkt zu verallgemeinern und bei Aufstellung der Gleichung des Luftwechsels eines Gemachs, sowie bei Bildung der Formeln des Luftwechsels die Vorzeichen so zu handhaben, dass alle in das gerade betrachtete Gemach hinein gerichteten Ueberdrücke positiv, die aus demselben Gemach hinaus gerichteten aber negativ werden.

Demgemäss wird eine Luftmenge, welche aus einem Gemach in ein anderes übergeht, von dem ersteren aus betrachtet negativ, von dem zweiten aus positiv erscheinen.

Die Gleichung des Luftwechsels eines Gemachs wird dadurch gebildet werden, dass man jeden Ueberdruck als Differenz schreibt, deren Minuend der in das betreffende Gemach hinein gerichtete Druck ist, diese Differenz mit dem Lüftungsvermögen des Flächenelementes multiplizirt, an welchem jener Ueberdruck besteht, und die Summe aller dieser Produkte gleich Null setzt.

Hingegen hat man, um die Grösse des Luftwechsels des Gemachs zu berechnen, aus der zuletzt genannten Summe nur diejenigen Glieder auszuwählen, welche ein und dasselbe Vorzeichen haben. Die Summe der positiven Glieder stellt die Einströmung der, die (dem absoluten Werth nach gleiche) Summe der negativen Glieder die Ausströmung.

2. Zur Darlegung dieser übersichtlicheren Methode soll zunächst der Luftwechsel eines von freier Luft umgebenen Gemachs beispielsweise behandelt werden.

Es befinde sich das Gemach, dem die Ordnungszahl r

zukommen mag, in freier Umgebung von der Temperatur t. Seine eigene Temperatur sei $T_r$, seine Höhe $H_r$, der Barometerstand B, so ist der Unterschied ($P_r$) zwischen dem Gewichte zweier Luftsäulen von der Basis 1 und von der Höhe $H_r$, deren eine (Minuend) die Temperatur t, die andere die Temperatur $T_r$ hat:

$$P_r = H_r \, 1{,}293 \, \frac{B}{760} \cdot \frac{T_r - t}{270 + T_r + t}.$$

Ist $l_{ru}$ das Lüftungsvermögen des Bodens, $l_{ro}$ das Lüftungsvermögen der Decke, $l_r$ das Lüftungsvermögen der vertikalen Begrenzung so ist

$$L_r = l_{ru} + l_r + l_{ro}$$

das gesammte Lüftungsvermögen des Gemaches (r).

Der Ueberdruck, mit welchem die äussere Luft durch den Boden (von unten nach oben) und zugleich durch den untersten elementaren Streifen der vertikalen Begrenzung (in horizontaler Richtung) nach innen drängt, sei mit $p_r$ bezeichnet, dann ist unter der Voraussetzung gleichmässiger Temperaturvertheilung für den in der Höhe z über dem Boden des Gemachs wirksamen Ueberbruck (q) allgemein zu setzen

$$q = p_r - \frac{z}{H_r} P_r,$$

wodurch diejenigen Ueberdrücke, welche Luft aus dem Zimmer hinaustreiben, negative Werthe erhalten. Insbesondere ergibt sich für den Ueberdruck durch den obersten elementaren Streifen der vertikalen Begrenzung sowie durch die Decke (wo $z = H_r$) der Werth

$$p_r - P_r.$$

Somit ist die stündlich durch die Decke strömende Luftmenge

$$l_{ro} (p_r - P_r)$$

und die durch den Boden strömende

$$l_{ru} \, p_r.$$

Bezeichnet man mit u den Umfang des Gemachs, mit dz die Breite der in der Höhe z liegenden elementaren Zone und mit k deren Durchlässigkeit, so ist

$$kudz\,(p_r - \frac{Z}{H_r} P_r)$$

die Luftmenge, welche in der Stunde durch die Zone strömt. Je nachdem der Werth dieses Ausdrucks positiv oder negativ ausfällt, stellt derselbe eine einströmende oder eine ausströmende Luftmenge dar. Setzt man ihn gleich Null, so erhält man einen Werth ($h_r$) von z, welcher angibt, wie hoch die neutrale Zone über dem Boden des Gemachs liegt, nämlich

$$h_r = \frac{p_r}{P_r} H_r.$$

3. Bildet man nun die Gleichung des Luftwechsels nach dem Princip, dass die in dem Gemach vorhandene Luftmenge durch den Luftwechsel weder zunoch abnimmt, so erhält man

$$l_{ru}\,p_r + l_{ro}\,(p_r - P_r) + \int_0^{H_r} kudz\,(p_r - \frac{z}{H_r} P_r) = 0,$$

womit ausgedrückt ist, dass die Summe der in den drei Gliedern enthaltenen positiven (einströmenden) Luftmengen der Summe der negativen (ausströmenden) gleich kommt.

Führt man die Integration aus unter der Voraussetzung, dass die Durchlässigkeit k von der Höhe z unabhängig ist, so kommt man auf die Gleichung

$$p_r\,L_r = P_r\,(l_{ro} + \frac{1}{2}\,l_r)$$

welche zur Berechnung von $p_r$ dient.

4. Bei Berechnung der Grösse des Luftwechsels hat man das Integral in der Höhe $z = h_r$ abzutheilen. Was unterhalb liegt ist mit $l_{ru}\ p_r$, was oberhalb liegt, mit

$l_{ro}$ $(p_r - P_r)$ von gleichem Vorzeichen. Man erhält dann für den Luftwechsel die beiden aequivalenten Ausdrücke

$$l_{ru}\, p_r + \int_0^{h_r} k u dz \left(p_r - \frac{z}{H_r} P_r\right)$$

und

$$l_{ro}\, (p_r - P_r) + \int_{hr}^{Hr} k u dz \left(p_r - \frac{z}{H_r} P_r\right),$$

von welchen derjenige, welcher positiv ausfällt, die einströmende, der negative die ausströmende Luftmenge darstellt. Offenbar besteht der erstere der beiden Ausdrücke dann aus lauter positiven Gliedern, wenn $P_r$ positiv, d. h. die Temperatur des Gemachs höher ist als die der Umgebung. Ist hingegen $t > T_r$, dann ist $P_r$ negativ und die Einströmung durch den zweiten Ausdruck gegeben.

Ist k von z unabhängig, so erhält man durch Ausführung der Integration die Ausdrücke

$$l_{ru}\, p_r + \frac{1}{2}\, l_r \frac{p_r^2}{P_r}$$

und

$$l_{ro}\, (p_r - P_r) - \frac{1}{2}\, l_r \frac{(p_r - P_r)^2}{P_r}$$

deren jeder für sich die Grösse des Luftwechsels darstellt.

## II.

1. Wir wenden uns nun zu einem allgemeineren Fall und nehmen an, das Gemach, welchem die Ordnungszahl (r) zukommt, grenze mit dem Boden an das Gemach (u), mit der Decke an das Gemach (o), mit den vier vertikalen Wänden an die vier Gemächer (1), (2), (3), (4). Von diesen vier Nebenzimmern soll angenommen werden, dass

sie mit dem Gemach (r) im gleichen Stockwerk liegen, also mit ihm zwischen denselben horizontalen Ebenen eingeschlossen sind.

Das Lüftungsvermögen des Bodens soll mit $l_{ru}$, das der Decke mit $l_{ro}$, die Lüftungsvermögen der einzelnen vertikalen Wände mit $l_{r_1}$, $l_{r_2}$, $l_{r_3}$, $l_{r_4}$ bezeichnet und $l_{r_1} + l_{r_2} + l_{r_3} + l_{r_4} = l_r$ gesetzt werden, während unter $L_r$ die Summe $l_{ru} + l_{ro} + l_r$ verstanden ist. Ausserdem werden noch die Höhen $H_r$, $H_u$, $H_o$ der Zimmer, ihre Temperaturen $T_r$, $T_u$, $T_o$, $T_1$, $T_2$, $T_3$, $T_4$, sowie die Temperatur t der Umgebung als bekannt vorausgesetzt.

Es soll eine allgemeine Methode angegeben werden, aus diesen Elementen und den analogen, welche sich auf die übrigen Gemächer der Combination beziehen, den Luftwechsel des $r^{ten}$ Gemachs so zu berechnen, dass klar wird, in welcher Menge und Richtung die Luft durch jede einzelne Wand des Umschlusses geht.

2. Zunächst sind die Gewichtsdifferenzen

$$P_r, \; P_u, \; P_o, \; P_1, \; P_2, \; P_3, \; P_4$$

aus Formeln zu berechnen, wie

$$P = H \, 1{,}293 \, \frac{B}{760} \, \frac{T - t}{270 + T + t} \quad \ldots . \; (1,$$

in welche successive die zusammengehörigen Werthe von H und T eingesetzt werden.

Ferner findet man die Ueberdrücke

$$p_r, \; p_u, \; p_o, \; p_1, \; p_2, \; p_3, \; p_4,$$

welche an den Fussböden der einzelnen Gemächer die äussere Luft über die innere dann besitzen würde, wenn das Gemach nur von freier Luft (von der Temperatur t) umgeben wäre, aus Gleichungen wie

$$p_r = P_r \frac{l_{ro} + \frac{1}{2} l_r}{L_r} \quad \ldots\ldots\ldots \; (2.$$

Damit ist die Voraussetzung eingeführt, dass längs der

Höhe jedes Gemachs die Temperatur und die Durchlässigkeit constant sind.

3. Der Einfluss der Combination soll dadurch ausgedrückt werden, dass man den freien Ueberdrücken

$$p_r, p_u \dots$$

gewisse Zuwächse

$$\gamma_r, \gamma_u, \gamma_o, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4 \dots$$

beilegt, welche den einzelnen Gemächern eigenthümlich sind, so dass zu jedem Gemach ein solcher Zuwachs von bestimmter Grösse und bestimmtem Vorzeichen gehört, der im Allgemeinen nur dann Null wird, wenn das Gemach aufhört abgeschlossen zu sein, so dass die in ihm enthaltene Luft als frei gelten kann.

Es sind demnach

$$p_r + \gamma_r, \; p_u + \gamma_u, \; p_o + \gamma_o, \; p_1 + \gamma_1 \dots$$

die Ueberdrücke, welche während eines constanten Luftwechsels der Combination die äussere freie Luft am Fussboden der einzelnen Gemächer über die innere besitzt.

In der Höhe z über dem Boden ist der Ueberdruck der äusseren freien Luft über die innere

$$p_r + \gamma_r - \frac{z}{H_r} P_r \dots (F_r$$

$$p_u + \gamma_u - \frac{z}{H_u} P_u \dots (F_u$$

$$p_o + \gamma_o - \frac{z}{H_o} P_o \dots (F_o$$

$$p_1 + \gamma_1 - \frac{z}{H_r} P_1 \dots (F_1$$

$$p_2 + \gamma_2 - \frac{z}{H_r} P_2 \dots (F_2$$

$$p_3 + \gamma_3 - \frac{z}{H_r} P_3 \dots (F_3$$

$$p_4 + \gamma_4 - \frac{z}{H_r} P_4 \dots (F_4$$

. . . . . . . . . .

Von diesen Ueberdrücken ist jeder, wenn er positiv ist, in dasjenige Gemach hinein gerichtet, dessen Ordnungszahl dem zugehörigen $\gamma$ angehängt ist. Die negativen Ueberdrücke sind aus demselben Gemach hinaus gerichtet.

4. Um die Gleichung des Luftwechsels für das Gemach (r) herzustellen, hat man die resultirenden Ueberdrücke (q) nöthig, welche die in den umgebenden Gemächern befindliche Luft an jeder Stelle des Umschlusses über die ihr gegenüber im Gemach (r) befindliche Luft besitzt.

Diese resultirenden Ueberdrücke werden als Differenzen der freien Ueberdrücke erhalten, wobei jedesmal der auf das Gemach (r) bezügliche freie Ueberdruck den Minuenden zu bilden hat.

So findet man den resultirenden Ueberdruck ($q_{ru}$), welcher Luft durch den Boden des Gemachs (r) treibt,
wenn man in $F_r$ setzt $z = 0$
und in $F_u$ „ $z = H_u$
und den zweiten der erhaltenen Werthe vom ersten subtrahirt. Oder es ist

$$q_{ru} = [F_r]_{z=0} - [F_u]_{z=H_u} = p_r + \gamma_r - (p_u + \gamma_u - P_u).$$

Der resultirende Ueberdruck ($q_{ro}$), welcher die Luft durch die Decke des Gemachs (r) treibt, wird erhalten, wenn

man in $F_r$ setzt $z = H_r$,
in $F_o$ „ $z = 0$,

und wiederum den zweiten Werth von dem ersten subtrahirt. Somit wird

$$q_{ro} = [F_r]_{z=H_r} - [F_o]_{z=0} = p_r + \gamma_r - P_r - (p_o + \gamma_o).$$

Für den resultirenden Ueberdruck, welcher in der Höhe z über dem Boden des Gemaches r besteht, erhält man vier verschiedene Werthe, weil die in der Höhe z be-

stehenden freien Ueberdrücke in den vier Nebenzimmern verschieden gross sind.

Diese vier Werthe werden erhalten, indem man der Reihe der $F_1$, $F_2$, $F_3$, $F_4$ von $F_r$ subtrahirt, und es wird

$$q_{r_1} = (p_r + \gamma_r) - (p_1 + \gamma_1) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_1)$$

$$q_{r_2} = (p_r + \gamma_r) - (p_2 + \gamma_2) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_2)$$

$$q_{r_3} = (p_r + \gamma_r) - (p_3 + \gamma_3) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_3)$$

$$q_{r_4} = (p_r + \gamma_r) - (p_4 + \gamma_4) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_4)$$

5. Da wir beabsichtigen, die Gleichung des Luftwechsels so zu bilden, dass die algebraische Summe aller in der Stunde durch die Begrenzung des Gemachs hindurch gehenden Luftmengen, oder, was dasselbe ist, der Ueberschuss der eintretenden Luft über die in derselben Zeit austretende gleich Null gesetzt wird, so darf die in der Stunde durch die Wand (r1) strömende Luftmenge zusammengefasst werden in den Ausdruck

$$\int_0^{Hr} q_{r_1}\, k_1\, a_1\, dz$$

wobei $k_1$ die Durchlässigkeit, $a_1$ die Länge der Wand bezeichnet.

Werden die durch die übrigen drei vertikalen Wände strömenden Luftmengen in analoger Weise dargestellt, so erhält man für den Luftwechsel des Gemachs (r) die Gleichung

$$l_{ru}\, q_{ru} + l_{ro}\, q_{ro} + \int_0^{H_r} dz\, (q_{r_1}\, k_1\, a_1 + q_{r_2}\, k_2\, a_2 + q_{r_3}\, k_3\, a_3 + q_{r_4}\, k_4\, a_4) = 0$$

6. Nun ist aber

$$\int_0^{Hr} dz\,(q_{r_1}\,k_1\,a_1) = [(p_r + \gamma_r) - (p_1 + \gamma_1)]\,k_1\,a_1\,H_r - \frac{1}{2}\,k_1\,a_1\,H_r\,(P_r - P_1),$$

und da $k_1\,a_1\,H_r$ das Lüftungsvermögen der Wand (r1) darstellt, so lässt sich durch Substitution von $l_{r_1}$ für $k_1\,a_1\,H_r$ das Integral umformen in

$$l_{r_1}\left[(p_r + \gamma_r) - \frac{1}{2}\,P_r) - (p_1 + \gamma_1 - \frac{1}{2}\,P_1)\right].$$

Bildet man die analogen Formen für die übrigen Wände, so wird die Gleichung des Luftwechsels

$$0 = l_{ru}\,[p_r + \gamma_r - (p_u + \gamma_u - P_u)] + l_{ro}\,[p_r + \gamma_r - P_r - (p_o + \gamma_o)]$$

$$+ l_{r_1}\left[(p_r + \gamma_r - \frac{1}{2}\,P_r) - (p_1 + \gamma_1) - \frac{1}{2}\,P_1)\right]$$

$$+ l_{r_2}\left[(p_r + \gamma_r - \frac{1}{2}\,P_r) - (p_2 + \gamma_2 - \frac{1}{2}\,P_2)\right]$$

$$+ l_{r_3}\left[(p_r + \gamma_r - \frac{1}{2}\,P_r) - (p_3 + \gamma_3 - \frac{1}{2}\,P_3)\right]$$

$$+ l_{r_4}\left[(p_r + \gamma_r - \frac{1}{2}\,P_r) - (p_4 + \gamma_4 - \frac{1}{2}\,P_4)\right].$$

Zwischen den Lüftungsvermögen und den Kräften $p_r$, $P_r$ besteht die oben (I, 3) aus der Gleichung des freien Luftwechsels abgeleitete Beziehung:

$$l_{ru}\,p_{ru} + l_{ro}\,p_{ro} + l_{r_1}\,p_r + l_{r_2}\,p_r + l_{r_3}\,p_r + l_{r_4}\,p_r - l_{ro}\,P_r - \frac{1}{2}\,l_{r_1}\,P_r - \frac{1}{2}\,l_{r_2}\,P_r - \frac{1}{2}\,l_{r_3}\,P_r - \frac{1}{2}\,l_{r_4}\,P_r = 0$$

Durch Einführung derselben nimmt die Gleichung des Luftwechsels die einfachere Form an:

$$0 = l_{ru}\,[\gamma_r - (p_u + \gamma_u - P_u)] + l_{ro}\,[\gamma_r - (p_o + \gamma_o)]$$

$$+ l_{r_1}\left[\gamma_r - (p_1 + \gamma_1) + \frac{P_1}{2}\right]$$
$$+ l_{r_2}\left[\gamma_r - (p_2 + \gamma_2) + \frac{P_2}{2}\right]$$
$$+ l_{r_3}\left[\gamma_r - (p_3 + \gamma_3) + \frac{P_3}{2}\right]$$
$$+ l_{r_4}\left[\gamma_r - (p_4 + \gamma_4) + \frac{P_4}{2}\right].$$

Führt man für das gesammte Lüftungsvermögen des Zimmers das Zeichen $L_r$ ein, und ordnet die Glieder so, dass die sieben Unbekannten

$$\gamma_r,\ \gamma_u,\ \gamma_o,\ \gamma_1,\ \gamma_2,\ \gamma_3,\ \gamma_4$$

auf die linke Seite der Gleichung zu stehen kommen, während auf der rechten nur Bekanntes steht, so erhält man

$$L_r\gamma_r - l_{ru}\gamma_u - l_{ro}\gamma_o - l_{r_1}\gamma_1 - l_{r_2}\gamma_2 - l_{r_3}\gamma_3 - l_{r_4}\gamma_4$$
$$= l_{ro}p_o + l_{ru}(p_u - P_u)$$
$$- l_{r_1}\left(\frac{P_1}{2} - p_1\right)$$
$$- l_{r_2}\left(\frac{P_2}{2} - p_2\right)$$
$$- l_{r_3}\left(\frac{P_3}{2} - p_3\right)$$
$$- l_{r_4}\left(\frac{P_4}{2} - p_4\right) \quad . \ . \ . \ (4.$$

Eine solche Gleichung ist für jedes Gemach der Combination herzustellen, damit eben so viel Gleichungen erhalten werden, als Unbekannte ($\gamma$) vorhanden sind. Da sämmtliche Gleichungen linear ausfallen, bietet die Berechnung der Unbekannten keine Schwierigkeit.

7. Wenn einzelne Wände des Gemachs (r) an das

Freie grenzen, so ergeben sich gewisse Vereinfachungen, auf welche hingewiesen werden soll.

Grenzt z. B. das Gemach (r) mit der Wand (1) an das Freie, so sind die Ueberdrücke $P_1$, $p_1$ und $\gamma_1$ gleich Null. Ist das Gemach (r) ein Keller oder ein Zimmer des Erdgeschosses, unter welchem sich kein Keller befindet, so ist $P_u = p_u = \gamma_u =$ Null. Ein luftiger Speicher wird in der Regel als frei gelten können, so dass, wenn ein solcher Speicher über dem Gemach (r) liegt, $\gamma_o = 0$ gesetzt werden darf. Unter derselben Voraussetzung wird häufig auch die Temperatur ($T_0$) des Speichers der Temperatur der freien Luft so nah liegen, dass mit Annäherung auch $P_0$ und $p_0$ gleich Null gesetzt werden dürfen. Analoges gilt für Nebenzimmer, in welchen Fenster nach mehren Himmelsgegenden offen stehen.

8. Berechnung der Grösse des Luftwechsels. Nachdem die sieben mit ($\gamma$) bezeichneten Zuwächse der Ueberdrücke berechnet sind, lässt sich der Luftwechsel des Gemaches (r) durch Rechnung finden.

Zu diesem Zweck sind die negativen Glieder der Gleichung (3 von den positiven abzusondern, weil jene die ausströmenden, diese die einströmenden Luftmengen darstellen, und die Grösse des Luftwechsels durch die Einströmung allein oder durch die Ausströmung allein gegeben ist.

Die Vorzeichen der Glieder sind durch die Vorzeichen der resultirenden Ueberdrücke

$$q_{ru},\ q_{ro},\ q_{r1},\ q_{r2},\ q_{r3},\ q_{r4}$$

bestimmt. Die ersten beiden ($q_{ru}$ und $q_{ro}$), welche die Luft durch die beiden horizontalen Grenzflächen treiben, sind an allen Stellen dieser Grenzflächen gleich gross, so dass nach Berechnung ihrer Werthe die Richtungen der Luftmengen

$$l_{ru}\ q_{ru} \text{ und } l_{ro}\ q_{ro}$$

bekannt sind.

Hiegegen können die unter der Bezeichnung

$$\int_0^{Hr} q_{r_1} k_1 a_1 dz$$

inbegriffenen Summanden, von welchen jeder eine gewisse durch die vertikale Wand (r1) gehende (unendlich kleine) Luftmenge darstellt, verschiedene Vorzeichen haben, da der Ueberdruck $q_{r_1}$ im Allgemeinen nicht constant sondern mit der Höhe $z$ veränderlich und in der Höhe

$$h_r = H_r \frac{(p_r + \gamma_r) - (p_1 + \gamma_1)}{P_r - P_1}$$

sein Vorzeichen wechselt.

Indessen können, wie aus der dritten Abhandlung bekannt ist, auch alle Summanden des obigen Integrals von gleichem Vorzeichen sein, und sind es in der That, wenn $h_r$ gleich oder kleiner als Null, und wenn es gleich oder grösser als $H_r$ ist.

Um die nöthige Unterscheidung zu gewinnen, ohne besondere, für den Luftwechsel nicht verwendbare Rechnungen vornehmen zu müssen, scheint es am einfachsten, den Werth von $q_{r_1}$ sowohl für $z = 0$ für $z = H_r$ herzustellen, d. h. die Werthe

$$\mu_0 = (p_r + \gamma_r) - (p_1 + \gamma_1)$$
$$\mu_2 = (p_r + \gamma_r) - (p_1 + \gamma_1) - (P_r - P_1)$$

zu bilden. Sind beide von gleichem Vorzeichen, dann sind sämmtliche Ueberdrücke längs der vertikalen Wand von gleichem Vorzeichen, und es wird

$$\int_0^{Hr} q_{r_1} k_1 a_1 dz = l_{r_1} \frac{\mu_0 + \mu_2}{2}.$$

Sind die Vorzeichen von $\mu_0$ und $\mu_2$ verschieden, dann

erhält man durch Abtheilung des Integrals (in der Höhe $h_r$) die beiden Glieder

$$\int_0^{hr} q_{r1}\ k_1\ a_1\ dz = \frac{1}{2} l_{r1}\ \frac{\mu_0^2}{\mu_0 - \mu_2}$$

$$\int_{hr}^{Hr} q_{r1}\ k_1\ a_1\ dz = -\frac{1}{2} l_{r1}\ \frac{\mu_0^2}{\mu_0 - \mu_2}$$

welche verschiedene Vorzeichen haben. Das erste gibt die Luftmenge, welche durch den unteren das zweite diejenige, welche durch den oberen Theil der vertikalen Wand (r1) geht.

Da $\mu_0 - \mu_2 = P_r - P_1$ ist, so ist das erste Glied positiv und somit die durch dasselbe dargestellte Luftmenge in das Gemach (r) gerichtet, wenn in diesem Gemach die Temperatur höher ist als im anstossenden (1) u. s. f. in Uebereinstimmung mit dem in der dritten Abhandlung Nachgewiesenen.

Was hier von der Wand (r1) gesagt ist, gilt selbstverständlich für jede der vertikalen Wände.

## III.

Der allgemeine Fall kann von dem soeben behandelten noch dadurch verschieden sein, dass sich über der Decke des $r^{ten}$ Gemachs oder unter dem Fussboden desselben nicht ein Gemach sondern mehrere durch vertikale Zwischenmauern von einander getrennte Gemächer befinden, und zweitens dadurch, dass das $r^{te}$ Gemach mit der einen oder andern seiner vertikalen Wände an einen Raum grenzt, dessen Boden tiefer und dessen Decke höher liegt als Boden und Decke des $r^{ten}$ Gemachs. Dieser letztere Umstand findet

in einem regelmässig gebauten mehrstöckigen Wohnhause immer statt, insofern dasselbe mit einem Stiegenhause versehen ist.

1. Stehen Zwischenmauern über der Decke oder unter dem Fussboden des Gemaches (r), so zerlegen sich dadurch diese beiden horizontalen Wände in Abtheilungen, deren jede als besondere selbständige Wand in Rechnung gezogen werden muss. Somit treten dann statt der Luftmengen $l_{ro}\ q_{ro}$ und $l_{ru}\ q_{ru}$ ebenso viele analog gebildete Summanden auf, als Abtheilungen vorhanden sind. Dabei wird es erlaubt sein, sich die horizontalen Wände nur bis zum Anfang der vertikalen ausgedehnt zu denken und demnach die geringen Luftmengen, welche durch die unterstützten oder übermauerten Stellen dringen, zu vernachlässigen.

2. Es ist noch übrig zu zeigen, wie sich das Stiegenhaus, welches immer einen wichtigen Factor in dem Luftwechsel eines Gebäudes bilden wird, mit den übrigen Gemächern in Beziehung bringen lässt. Das Folgende gilt indessen auch für einen Saal oder irgend einen anderen Raum, der durch mehrere Stockwerke aufsteigt.

Wir nehmen an, die Hausthüre sei geschlossen, und machen auch im Uebrigen für das Stiegenhaus die gleiche Voraussetzung wie für die übrigen Gemächer, nämlich, dass es nur durch capillare Oeffnungen mit den angrenzenden Räumen und der freien Luft in Verbindung stehe und in seiner ganzen Höhe gleiche Temperatur habe.

Dann unterscheidet sich dasselbe von anderen Gemächern noch durch seine grössere Höhe und die grössere Anzahl von selbständigen vertikalen Wänden.

Sei s die Ordnungszahl des Stiegenhauses, $H_s$ seine Höhe, $T_s$ seine Temperatur, so lässt sich das ihm zugehörige $P_s$ aus der in II,2 dieser Abhandlung Seite 74 gegebenen Formel (1) finden.

Hiegegen wird man, ehe man die Formel (2) zur Be-

rechnung von $p_s$ benützt, überlegen müssen, ob die Voraussetzung, dass die Durchlässigkeit (k) von der Höhe unabhängig ist, mit hinreichender Annäherung zutrifft. Auch der Umfang (u) kann sich mit der Höhe ändern. Da diese Aenderungen indessen nicht stetig sondern von Stockwerk zu Stockwerk eintreten, so wird man ihnen durch Abtheilung des Integrals Rechnung tragen, wodurch in der Gleichung

$$p_s L_s = P_s l_{s0} + \frac{1}{2} P_s l_s$$

an die Stelle des im letzten Gliede stehenden Factors $l_s$, welcher das Lüftungsvermögen der gesammten vertikalen Begrenzung des Stiegenhauses darstellt, eine Grösse von der Form

$$\frac{\lambda_0 h_0 + \lambda_1 (2 h_0 + h_1) + \lambda_2 (2 (h_0 + h_1) + h_2) + \cdots}{H_s}$$

tritt wobei $h_0, h_1, h_2 \ldots$ die Höhen der einzelnen Stockwerke und $\lambda_0, \lambda_1, \lambda_2 \ldots$ die Lüftungsvermögen der den einzelnen Stockwerken zugehörigen vertikalen Gesammtbegrenzungen des Stiegenhauses bezeichnen.

Um den Dicken der horizontalen Wände so weit Rechnung zu tragen, dass sie in den Höhen der Stockwerke nicht fehlen — die Summe der Höhen der einzelnen Stockwerke muss hier der Höhe $H_s$ des Stiegenhauses gleich sein —, machen wir hier bei der Berechnung von $p_s$ die vereinfachende Annahme, dass sich die angrenzenden vertikalen Wände jedesmal bis zur Hälfte der horizontalen Zwischenschicht fortsetzen, letztere selbst aber durch eine mathematische Ebene von bestimmtem Lüftungsvermögen ersetzt ist.

Bezeichnet man mit $d_{ru}$ die Decke der horizontalen Wand zwischen den Gemächern (r) und (u), mit $d_{ro}$ die Dicke zwischen den Gemächern (r) und (o), so ist demnach

$$h_0 = H_u + \frac{1}{2} d_{ru}$$

$$h_1 = \frac{1}{2} d_{ru} + H_r + \frac{1}{2} d_{ro}$$

$$h_2 = \frac{1}{2} d_{ro} + H_0.$$

Die Einführung dieser Werthe ist indessen nur dann erforderlich, wenn die Gemächer (u, r, o) an das Stiegenhaus grenzen.

Die Lüftungsvermögen ($\lambda$) berechnen wir indessen stets mittelst der lichten Höhen.

3. Da das Stiegenhaus zum Theil an geschlossene Räume grenzt, ist ebenso wie bei den anderen Gemächern ein Zuwachs ($\gamma_s$) zu dem freien Ueberdrucke ($p_s$) vorzusehen und zur Bestimmung dieses vorerst unbekannten Zuwachses die Gleichung für den Luftwechsel des Stiegenhauses zu bilden.

In der Höhe z über der Hausflur ist der Ueberdruck aus dem Freien in das Stiegenhaus hinein.

$$F_s = p_s + \gamma_s - \frac{z}{H_s} P_s \cdot$$

Dieser Ausdruck ist für soviele Werthe von z zu berechnen, als verschiedene Horizontalebenen von Fussböden und Decken in denjenigen Gemächern vorhanden sind, welche an das Stiegenhaus oder an offene, an das Stiegenhaus mündende Gänge grenzen.

In einem regelmässig gebauten Hause zum Beispiel, auf dessen Erdgeschoss noch zwei Stockwerke aufgesetzt sind, sind diese Werthe von z (unter der Voraussetzung, dass die Gemächer (u), (r), (o) an das Stiegenhaus grenzen

$$\text{Null}, H_u, H_u + d_{ur}, H_u + d_{ur} + H_r,$$
$$H_u + d_{ur} + H_r + d_{ro}, H_s.$$

In eben diesem Hause ist demnach

$$p_s + \gamma_s - \frac{H_u + d_{ur} + H_r}{H_s} P_s$$

der Ueberdruck, der im Niveau der Decke des ersten Stockwerks die äussere freie Luft über die im Stiegenhaus befindliche besitzt.

Man bildet nun für jede selbständige vertikale Wand, welche an das Stiegenhaus oder einen mit dem Stiegenhaus in Verbindung stehenden offenen Gang (Corridor) grenzt, die beiden oben mit $\mu_0$ und $\mu_2$ bezeichneten r e s u l t i r e n d e n Ueberdrücke, welche an der untersten und obersten Stelle Wand bestehen, und wie gezeigt, für den Luftwechsel der Wand massgebend sind.

Grenzt z. B. eine der vertikalen Wände des Zimmers (r), welches im ersten Stockwerk liegt, an das Stiegenhaus, so ist für diese Wand

$$\mu_0 = \left[ p_s + \gamma_s - \frac{H_u + d_{ur}}{H_s} P_s \right] - (p_r + \gamma_r)$$

$$\mu_2 = \left[ p_s + \gamma_s - \frac{H_u + d_{ur} + H_r}{H_s} P_s \right] - [p_r + \gamma_r - P_r],$$

und es tritt für diese Wand in die Gleichung des Luftwechsels des Stiegenhauses das Glied

$$l_{rs} \frac{\mu_0 + \mu_2}{2}.$$

ein, wobei mit $l_{rs}$ das Lüftungsvermögen der Grenzwand zwischen dem Zimmer (r) und dem Stiegenhaus (s) bezeichnet ist.

4. Somit bietet die Aufstellung der Gleichung keine Schwierigkeit: die gleich Null zu setzende algebraische Summe von Luftmengen besteht aus so vielen Gliedern als selbständige Wände zur Begrenzung des Stiegenhauses dienen.

Für eine beliebige vertikale Wand ist die Form des ihr entsprechenden Gliedes eben festgestellt worden, für horizontale Wände ist sie einfach genug um sofort angegeben werden zu können.

In die Flur eines Hauses ohne Keller z. B. strömt durch den Boden vom Lüftungsvermögen $l_m$ die Luftmenge

$$l_{sm}\,(p_s + \gamma_s).$$

Ist hingegen ein Keller (m) unter der Hausflur so wird die analoge Luftmenge

$$l_{sm}\,[\,p_s + \gamma_s - (p_m + \gamma_m - P_m)\,].$$

Durch die Decke des Stiegenhauses vom Lüftungsvermögen $l_{sa}$ strömt aus einem luftigen Speicher (a) ein

$$l_{sa}\,(p_s + \gamma_s - P_s).$$

Ist aber der Speicher als geschlossener Raum anzusehen, so wird die Luftmenge

$$l_{sa}\,[\,(p_s + \gamma_s - P_s) - (p_a + \gamma_a)\,].$$

Befindet sich z. B. zu ebener Erde ein gegen das Stiegenhaus offener Gang (Corridor) über welchem im ersten Stock ein geschlossener Gang liegt, so bildet die Decke des unteren Corridors, der ganz als Theil des Stiegenhauses anzusehen ist, eine horizontale Wand des Stiegenhauses, und die Luft drückt durch diese Wand aus dem oberen Corridor (c) in den unteren mit der Kraft:

$$\left(p_s + \gamma_s - \frac{H_u}{H_s}\,P_s\right) - (p_c + \gamma_c)$$

welche man, um das entsprechende Glied der Gleichung zu bilden, noch mit dem Lüftungsvermögen der horizontalen Wand zu multipliziren hat.

Auf diese Weise liefert das Stiegenhaus eine in Bezug auf die Unbekannten ($\gamma$) ebenfalls lineare Gleichung, welche

nur insofern etwas Ausnahmsweises bietet, als sie nicht sofort nach der in II,6 gegebenen Schablone hergestellt werden kann.

5. Will man den Luftwechsel des Stiegenhauses berechnen, was natürlich nur dann möglich ist, wenn durch Auflösung des Systems der linearen Gleichungen, die Werthe der $\gamma$ wenigstens für das Stiegenhaus selbst und diejenigen Räume gefunden sind, welche an das Stiegenhaus grenzen, so hat man wieder die positiven oder die negativen Glieder der auf Null gebrachten Gleichung besonders zusammenzufassen.

Bei diesem Geschäfte machen die horizontalen Wände keinerlei Schwierigkeiten, weil das Vorzeichen der sie durchdringenden Luftmengen sofort zu Tage tritt; bei den ververtikalen hiegegen gibt das oben eingesetzte Glied

$$l_{rs} \frac{\mu_0 + \mu_2}{2}$$

nur dann einen Bestandtheil des Luftwechsels, wenn $\mu_0$ und $\mu_2$ von gleichem Vorzeichen sind. Haben diese Kräfte verschiedene Vorzeichen, so ist das angeschriebene Glied aufzulösen in die beiden

$$\frac{1}{2} l_{rs} \frac{\mu_0^2}{\mu_0 - \mu_2} \text{ und } - \frac{1}{2} l_{rs} \frac{\mu_2^2}{\mu_0 - \mu_2},$$

deren verschiedene Vorzeichen entgegengesetzt strömende Luftmengen andeuten.

6. Die vorstehende Lösung der gestellten Aufgabe ist an folgende Bedingungen gebunden:

1) das Gebäude befindet sich in windstiller Luft.

2) Die einzelnen Gemächer desselben stehen nur mittelst capillarer Canäle unter sich und mit der freien Luft in Verbindung. Dabei gilt ein Canal solange für capillar, als die Menge der durch ihn strömenden Luft dem die Strömung veranlassenden Ueberdrucke einfach proportional ist.

3) Die Temperatur ist in jedem Gemach gleichmässig über die Höhe vertheilt und so lange constant, bis sich ein stationärer, d. h. keine Ursache der Veränderung mehr in sich tragender Zustand (Luftwechsel) ausgebildet hat.

## IV.

## Versuche.

1. In dem Bestreben einen experimentellen Beleg für die Genauigkeit zu erhalten, mit welcher bei einer Combination von geschlossenen Gemächern die wirklich stattfindende Druckvertheilung mit der berechneten übereinstimmt, habe ich am 11. Dezember 1878 Abends in dem früher[1]) beschriebenen Zimmer eine Reihe von Druck- und Temperaturmessungen ausgeführt, deren Resultate hier mitgetheilt werden sollen.

Das Zimmer liegt im Erdgeschoss, nach Süden und Westen frei, grenzt im Norden an ein etwas grösseres unheizbares Zimmer, im Osten an die Hausflur, über welcher sich ein 11,6 Meter hohes Stiegenhaus erhebt. Die Hausthüre war geschlossen. Die Luft der freien Umgebung war vollkommen windstill, ihre Temperatur — 8,6° Cels., ihr Druck $732^{mm}$.

Zum Zweck der Druckmessungen waren im Ganzen 7 eiserne Röhrchen angebracht, welche aus dem Versuchszimmer nach aussen führten, zwei auf der Westseite $0,12^{m}$ und $2,40^{m}$ über dem Boden, zwei in der Thüre, welche in das nördlich angrenzende Nebenzimmer führt $0,12^{m}$ und $1,92^{m}$ über dem Boden, zwei auf der Ostseite in der Thüre, welche auf die Hausflur führt, in gleicher Höhe wie auf der Nordseite, das siebente endlich war in $4^{m}$ Höhe durch die Zimmerdeke gesteckt und führte nach einem gut geheizten Zimmer.

1) Anhang zur 2. Abhandlung. Sitzungsbericht vom 6. Juli 1878 S. 493.

An jedes dieser 7 Röhrchen wurde nach und nach der Schlauch angesetzt, welcher zum inneren Niveau des Differenzialmanometers führte. Zugleich waren vier Thermometer, im Zimmer im Freien, im Nebenzimmer und im Stiegenhaus so aufgehangen, dass sie vermuthlich die mittleren Temperaturen angaben.

Während der Messungen war das Zugloch des Ofens geschlossen, Schlüssellöcher, etwaige Ritzen und Fugen, sowie die einige Millimeter weiten Röhrchen sind unbeachtet geblieben.

2. Es sollen nun die sämmtlichen Ablesungen in der Reihenfolge aufgeführt werden, in der sie gemacht wurden. Die Temperaturen sind von den Fehlern der Thermometer befreit.

Temperatur des Versuchszimmers . . . 17,9° C.
Nullpunkt des Manometers . . . . . 78,8

Ablesung am Manometer, wenn der Schlauch angesteckt war

Auf der Westseite
- 0,12$^m$ über dem Boden . . . . 86,5
- 2,40$^m$ „ „ „ . . . . 80,6

Auf der Ostseite
- 0,12$^m$ über dem Boden . . . . 73,0
- 1,92$^m$ „ „ „ . . . . 70,5

Auf der Nordseite
- 0,12$^m$ über dem Boden . . . . 81,05
- 1,92$^m$ „ „ „ . . . . 79,3

An der Zimmerdecke . . . . . . . . . 66,5

Auf der Westseite (Controle)
- 0,12$^m$ über dem Boden . . . . 86,4

Nullpunkt des Manometers . . . . . 78,7

Temperatur des Versuchszimmers . . 17,9°
„ des Nebenzimmers . . . 6,5
„ des Stiegenhauses . . . 7,0
„ im Freien . . . . . . . — 8,6

Der Reductionsfaktor des Manometers auf vertikale Millimeter Wasser war

0,044.

Mit Hilfe desselben erhält man folgende

Zusammenstellung der beobachteten Ueberdrücke
(Kilogramm pro Quadratmeter)

| Nro der Ablesung | Himmels Gegend. | Höhe über dem Boden | Beobachtete Manometr. Differenz | Ueberdruck in Klgr pro qm |
|---|---|---|---|---|
| | | Meter | | |
| 3 | West | 0,12 | + 7,7 | 0,339 |
| 4 | West | 2,40 | + 1,8 | 0,079 |
| 5 | Ost | 0,12 | — 5,8 | — 0,255 |
| 6 | Ost | 1,92 | — $8{,}2_5$ | — 0,363 |
| 7 | Nord | 0,12 | + 2,3 | + 0,101 |
| 8 | Nord | 1,92 | + 0,6 | 0,026 |
| 9 | — | 4,00 | — 12,2 | — 0,537 |
| 10 | West | 0,12 | + 7,7 | 0,339 |

3. Diese Beobachtungen kann man, ohne die Durchlässigkeiten zu kennen, in folgender Weise zur Prüfung der Uebereinstimmung zwischen der theoretischen und wirklichen Druckvertheilung verwenden.

Da die Höhen und Temperaturen bekannt sind, lassen sich für die drei Gemächer:

Hauptzimmer (r), Nebenzimmer (n) und Stiegenhaus (s) die P, d. h. die Gewichtsdifferenzen zwischen den in ihnen enthaltenen und den gleich hohen äusseren Luftsäulen von der Basis 1 berechnen, und man findet

$$P_r = 3{,}6 \cdot 1{,}293 \, \frac{732}{760} \cdot \frac{26{,}5}{279{,}3} = 0{,}425,$$

$$P_n = 3{,}6 \cdot 1{,}293 \, \frac{732}{760} \cdot \frac{15{,}1}{267{,}9} = 0{,}253,$$

$$P_s = 11{,}6 \cdot 1{,}293 \, \frac{732}{760} \cdot \frac{15{,}6}{268{,}4} = 0{,}840.$$

In der Höhe z über dem gemeinschaftlichen Fussboden ist in denselben Gemächern der Ueberdruck der äusseren freien Luft über die innere gegeben durch die Ausdrücke:

$$F_r = p_r + \gamma_r - \frac{z}{3{,}6} \, 0{,}425$$

$$F_n = p_n + \gamma_n - \frac{z}{3{,}6} \, 0{,}253$$

$$F_s = p_s + \gamma_s - \frac{z}{11{,}6} \, 0{,}840$$

a) Von diesen Ueberdrücken ist der erste auf der Westseite in zwei Höhen beobachtet worden. Hat man $p_r + \gamma_r$ aus der nahe am Boden gemachten Beobachtung Nro. 3 vermittelst der Gleichung

$$0{,}339 = p_r + \gamma_r - \frac{0{,}12}{3{,}6} \, 0{,}425$$

abgeleitet, woraus

$$p_r + \gamma_r = 0{,}353$$

folgt, so kann man nun den Ueberdruck in jeder anderen Höhe berechnen und findet für

$$z = 2{,}40$$

den Ueberdruck $0{,}353 - \frac{2{,}4}{3{,}6} \, 0{,}425 = \underline{0{,}069}$,

**während** die Beobachtung in dieser Höhe den Werth

$$\underline{0{,}079}$$

**ergab.**

**b)** An der Nordseite, wo das Versuchszimmer an ein Nebenzimmer von der Temperatur 6,5° grenzt, ist der resultirende Druck in der Höhe z theoretisch dargestellt durch den Ausdruck

$$F_r - F_n = (p_r + \gamma_r) - (p_n + \gamma_n) - \frac{z}{H}(P_r - P_n),$$

woraus nach Einsetzung der bereits bekannten Werthe wird:

$$F_r - F_n = 0{,}353 - (p_n + \gamma_n) - \frac{z}{3{,}6}\,0{,}172\,.$$

Somit lässt sich zunächst mittelst der Beobachtung Nro. 7 die Grösse $(p_n + \gamma_n)$ ableiten.

Indem man setzt

$$0{,}101 = 0{,}353 - (p_n + \gamma_n) - \frac{0{,}12}{3{,}6}\,0{,}172\,,$$

erhält man

$$p_n + \gamma_n = 0{,}246.$$

Nun ist der resultirende Ueberdruck in jeder Höhe (z) der nördlichen Wand gegeben durch den Ausdruck

$$0{,}107 - \frac{z}{3{,}6}\,0{,}172$$

und man berechnet ihn für die Höhe

$$z = 1{,}92$$

zu

$$\underline{0{,}015}$$

während beobachtet wurde

$$\underline{0{,}026}\,.$$

**c)** Auf der Ostseite ist der resultirende Ueberdruck aus dem Stiegenhause in das Versuchszimmer theoretisch gegeben durch die Differenz

$$F_r - F_s = (p_r + \gamma_r) - (p_s + \gamma) - z_s\left(\frac{P_r}{H_r} - \frac{P_s}{H_s}\right),$$

welche nach Einführung des Bekannten übergeht in

$$0{,}353 - (p_s + \gamma_s) - 0{,}046\,z$$

Zur Bestimmung von $(p_s + \gamma_s)$ kann man die Beobachtung Nr. 5 benützen, indem man setzt

$$-0{,}255 = 0{,}353 \quad (p_s + \gamma_s) - 0{,}12 \cdot 0{,}046,$$

und findet

$$p_s + \gamma_s = 0{,}603,$$

was den Ueberdruck aus dem Freien in den Boden des Stiegenhauses darstellt.

Durch Substitution dieses Werthes erhält man als Ausdruch für den in einer beliebigen Höhe (z) der östlichen Wand bestehenden resultirenden Ueberdruck

$$-0{,}250 - 0{,}046\,z.$$

Daraus berechnet sich für die Höhe von $1{,}92^m$

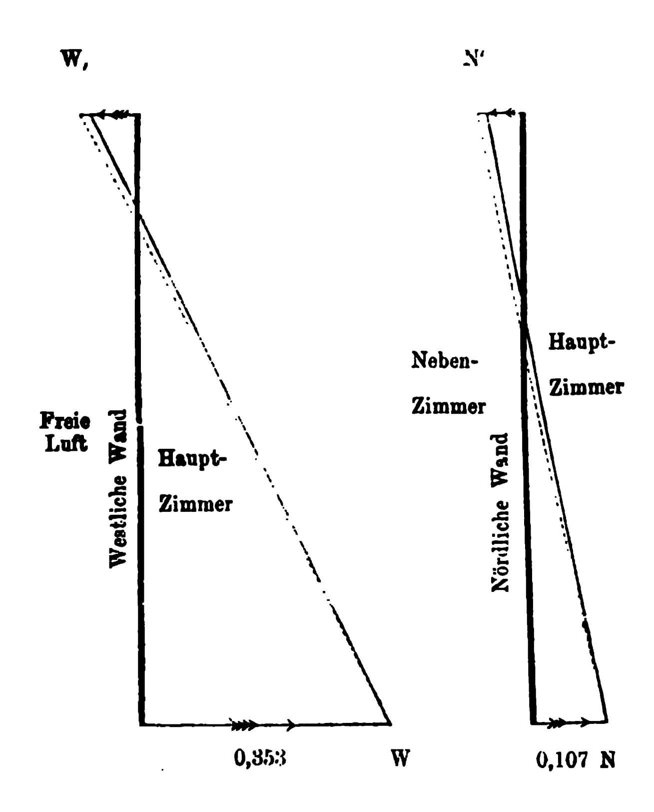
$$\underline{\underline{-0{,}338}}$$

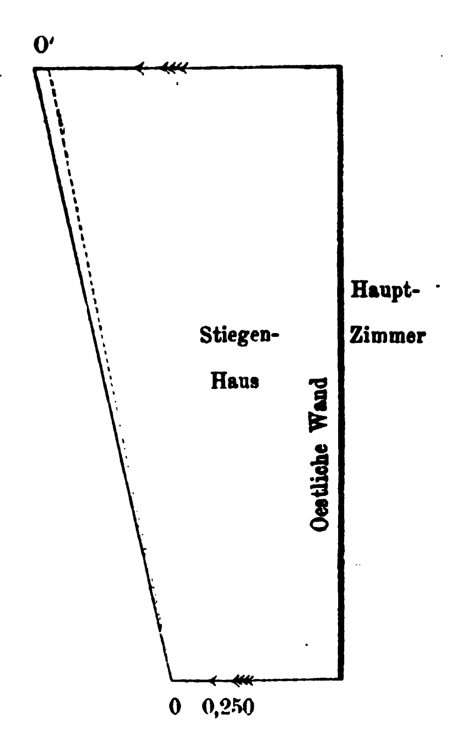
während die Beobachtung ergab

$$\underline{\underline{-0{,}363.}}$$

4. Um das Urtheil zu erleichtern, von welcher Bedeutung die zwischen der Rechnung und Beobachtung bestehenden Differenzen sind, habe ich die berechnete Druckvertheilung mit der beobachteten in den Figuren 8, 9 und 10 graphisch zusammengestellt. Hiezu dient noch folgende Bemerkung. Vermöge der geringen Höhe ($0{,}12^m$) über dem Fussboden, in welcher die Ueberdrücke Nro. 3, 5 und 7 beobachtet wurden, können die am Boden eingetragenen Kräfte 0,353, — 0,250 und 0,107 als beobachtete Elemente der

Rechnung gelten (Ordinaten am Ursprung). Theoretisch bestimmt sind hingegen die Winkel, welche die Drucklinien WW', NN', OO' mit den Wänden bilden. Eben diese Winkel sind andererseits insofern beobachtet, als für jede dieser Geraden noch ein zweiter Punkt experimentell ermittelt wurde.






Die Abweichungen scheinen mir klein genug, um die Folgerung zu rechtfertigen, dass die gewöhnlichen Zustände der Gebäude den Voraussetzungen der Rechnung mit hinreichender Annäherung genügen. Insbesondere hat sich die ungleiche Vertheilung der Temperatur über die Höhe, welcher ich die Fehler zuschreibe, nicht übermässig störend gezeigt.

## Eine Anwendung auf die Anlage von Ventilationscanälen.

Druckverhältnisse, wie sie am 11. Dezember 1878 zwischen dem Versuchszimmer und dem Stiegenhause bestanden, werden an kalten Wintertagen regelmässig in jedem mehrstöckigen Wohnhause stattfinden: An Wänden, welche Zimmer des Erdgeschosses vom Stiegenhause scheiden, wird bei geschlossener Hausthüre über die ganze Höhe hin der Ueberdruck negativ, d. h. vom Zimmer aus in das Stiegenhaus hinein gerichtet sein. Und zwar wird dieses um so sicherer der Fall sein, je wärmer und je höher das Stiegenhaus ist, je besser die Hausthüre und je schlechter die Speicherthüre schliesst, und je leichter überhaupt die Luft oben aus dem Stiegenhause entweichen kann.

Daraus folgt, dass die ziemlich häufige Ventilationseinrichtung, bei welcher die frische Luft aus der Hausflur mittelst eines die Mauer durchsetzenden Canales in den Mantel des Ofens geleitet wird, welcher das zu ventilirende Zimmer heizt, wenigstens für Parterre-Lokalitäten ganz und gar zu verwerfen ist.

Diese Einrichtung führt nämlich an kalten Wintertagen, also gerade dann, wenn man sich ihr am liebsten vertrauensvoll überlassen möchte, zu dem Uebelstande, dass bei Erkaltung des Ofens unter eine sogleich näher anzugebende, möglicherweise noch ziemlich hohe Temperatur, die Luft den unseren Wünschen und Interessen entgegengesetzten Weg einschlägt, indem sie aus dem Zimmer von oben in den Mantel eintritt, am Ofen abwärts zieht und sammt der aufgenommenen Ofenwärme durch den Kanal in die Hausflur strömt.

Wenn (durch Rechnung oder Beobachtung) die Druckdifferenz (— q) bekannt ist, welche nahe am Boden zwischen dem Zimmer und dem Stiegenhaus besteht, so ist leicht anzugeben, wie hoch die mittlere Temperatur der im Mantel befindlichen Luft sein muss, damit der eben beschriebene Uebelstand vermieden wird.

Würde nämlich die Luft des Mantels nur die Temperatur der übrigen Zimmerluft haben, so würde sie mit der Kraft q durch den Kanal in die Hausflur getrieben. Ist hingegen die Luft im Mantel wärmer als im Zimmer, so ist das Gleichgewicht zwischen der Mantelluft und der aussen in der Hausflur befindlichen dann hergestellt, wenn die Gewichtsdifferenz zwischen einer dem Mantel an Höhe gleichen Säule Zimmerluft und der Mantelluft gerade den bestehenden Ueberdruck q ausgleicht. (Alle Luftsäulen über einem Quadratmeter gedacht.)

Sei h die Höhe des Mantels, $T_m$ die mittlere Temperatur der Mantelluft, $T_r$ die Temperatur der Zimmerluft, so ist zum Gleichgewicht erforderlich und hinreichend, dass

$$- q = h\, 1{,}293\, \frac{B}{760} \cdot \frac{T_m - T_r}{270 + T_m + T_r},$$

woraus $T_m$ berechnet werden kann, wenn die übrigen Grössen bekannt sind.

Hat (— q) die am 11. Dezember 1878 in dem Versuchszimmer beobachtete Grösse 0,255, ist ferner h = 1,5m, B = 732, $T_r = 18^0$ C., so folgt

$$T_m = 66{,}4^0 \text{ Cels.}$$

Es musste also die m i t t l e r e Temperatur der Mantelluft unter den gegebenen Verhältnissen $66{,}4^0$ übersteigen, wenn der Ventilations-Kanal in gewünschter Weise wirken sollte.

Versuche, welche ich an dem genannten Tage ausführte, ergaben, dass bei geschlossener Zimmercirculation und geöffnetem Ventilationskanal durch letzteren kein nachweisbarer Luftstrom ging, wenn bei abgesperrtem Ventilationskanal und geöffneter Zimmercirculation die aus dem Zimmer durch den Ofenmantel aufsteigende Luft oben mit einer Temperatur von 130° ausströmte.

Die Temperatur des Ofens musste demnach höher als 130° sein, wenn sie im Stande sein sollte, den mächtigen Einfluss des geschlossenen Stiegenhauses (Aspiration) eben noch zu paralysiren.

Als der Ofen weiter erkaltete, wurde die Geschwindigkeit des durch den Kanal in das Stiegenhaus entweichenden Luftstromes anemometrisch messbar. Derselbe entführte von nun an mit zunehmender Geschwindigkeit die Wärme aus dem Zimmer, dem er sie hätte zuführen sollen.

Um den Strom jetzt noch zur Umkehr zu zwingen, musste man die Hausthüre öffnen, wodurch die Luft der Hausflur mit der äusseren nahezu ins Gleichgewicht gesetzt wurde[1]) und folglich die aspirirende Kraft des Zimmers und Ofenmantels zur Geltung kommen konnte.

Aus diesen Ausführungen folgt die Vorschrift, dass Kanäle, welche Ofenmänteln frische Luft zuführen sollen, nicht mit der Hausflur sondern mit der freien Luft in Verbindung zu setzen sind.

Mit Rücksicht auf negativen Winddruck sollen in unseren Gegenden solche Kanäle nach Norden oder Süden frei ausmünden und an ihrer Mündung mit einer Vorrichtung versehen sein, welche geeignet ist, den Wind in den zwei zur Kanalaxe senkrechten Richtungen (West und Ost) zu fangen. Noch zuverlässiger und zugleich zur Ventilation

1) Vgl. den zweiten Fundamentalversuch. Erste Abhandlung I,2b.

mehrerer Zimmer verwendbar wäre ein besonderer Windkessel mit undurchdringlichen Wänden, von welchem alle Luftzufuhrkanäle auslaufen können. Dieser „Windkessel" ist mit der äusseren Luft so in Verbindung zu setzen, dass der Druck der in ihm enthaltenen Luft nie erheblich geringer werden kann als der Druck der im gleichem Niveau befindlichen freien Luft.

---

Herr F. Klein spricht:

„Zur Theorie der elliptischen Modulfunctionen."

Durch eine Reihe von Arbeiten, die im 14. und 15. Bande der mathematischen Annalen veröffentlicht sind, bin ich allmählich zu einer allgemeinen und im Wesentlichen neuen Auffassung der elliptischen Modulfunctionen geführt worden. Indem ich im Folgenden einige auf diese Auffassung bezüglichen Ideen entwickele, ist meine besondere Absicht, zu zeigen, dass die verschiedenen Formen, welche man den Modulargleichungen ertheilt hat und die in gewissermassen verwirrender Mannigfaltigkeit bisher unvermittelt neben einander standen, sich einem einfachen, allgemeinen Principe als sehr specielle Fälle einordnen.

## I. Allgemeines über elliptische Modulfunctionen.

Die Theorie der elliptischen Modulfunctionen, wie ich sie auffasse, hat es mit allen solchen eindeutigen Functionen einer Variablen $\omega$ zu thun, welche gegenüber ganzzahligen linearen Substitutionen von der Determinante Eins:

$$\omega' = \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}$$

ungeändert bleiben. Diese Substitutionen brauchen im einzelnen Falle die Gesammtheit aller ganzzahligen Substitutionen dieser Art durchaus nicht zu erschöpfen; sie bilden also, allgemein zu reden, eine in der Gesammtheit enthaltene

…gruppe. Daher scheint es mir ein erster wichtiger Schritt zu einem planmässigen Studium der elliptischen Modulfunctionen zu sein, dass man alle in der erwähnten Gesammtheit enthaltenen Untergruppen aufstellt und nach sachgemässen Rücksichten classificirt. Meine heutige Darlegung soll sich, soweit sie sich auf derartige allgemeine Fragen bezieht, auf die Besprechung einiger Classificationsprincipien und der aus ihnen hervorgehenden functionentheoretischen Folgerungen beschränken. Ich nehme dabei an, was freilich eine grosse Beschränkung ist, dass die in Betracht kommenden Untergruppen einen endlichen Index haben, d. h. dass sie einen endlichen Theil der Gesammtheit aller $\omega$- Substitutionen umfassen.

Zuvörderst ist ersichtlich, dass alle die Gesichtspuncte, die man, seit Galois, bei endlichen Gruppen von Transformationen kennt, auch bei unendlichen Gruppen, und somit bei der Gruppe aller $\omega$- Substitutionen ihre Bedeutung behalten. Ich spreche demnach von ausgezeichneten Untergruppen, indem ich darunter solche verstehe, die mit der Gesammtheit aller $\omega$- Substitutionen vertauschbar sind, — oder auch von relativ ausgezeichneten Untergruppen, die, in einer umfassenderen Untergruppe enthalten, sich wenigstens mit den Substitutionen dieser umfassenderen Untergruppe vertauschbar erweisen. — Eine leichte Ueberlegung zeigt, dass in der That die Gesammtheit der $\omega$- Substitutionen die verschiedenartigsten ausgezeichneten Untergruppen enthält, dass also die Gesammtheit, um den Galois'schen Ausdruck zu gebrauchen, eine »zusammengesetzte«, und sogar eine höchst zusammengesetzte Gruppe ausmacht.

Mein zweites Classificationsprincip gründet sich auf die arithmetische Natur der Substitutionscoëfficienten $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$, welche bei Substitutionen der Untergruppe vorkommen. Es ist dieses Princip gewissermassen ein empirisches.

Es hat sich nämlich gezeigt, dass sich die bei einer Untergruppe auftretenden $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ in vielen Fällen dadurch charakterisiren lassen, dass man Congruenzen angibt, denen diese Coëfficienten in Bezug auf einen Zahlenmodul m genügen. Ich spreche dann von einer Congruenz-Gruppe, und zwar der $m^{ten}$ Stufe, sofern m die kleinste Zahl ist, die zur Definition der Untergruppe ausreicht. Aber es muss stark hervorgehoben werden, dass durchaus nicht alle Untergruppen Congruenz-Gruppen sind. Die Congruenzgruppen sind diejenigen, mit denen man sich bisher fast ausschliesslich beschäftigt hat; die anderen Gruppen scheinen desshalb nicht weniger interessant; nur sind sie, zunächst, weniger zugänglich.

Ich komme nun zu meinem dritten, functionentheoretischen Eintheilungsprincipe. Dasselbe dürfte insofern das wichtigste sein, als sich vermöge desselben gewisse Schwierigkeiten, welche sich bisher einem weiteren Fortschritt in der Theorie der elliptischen Modulfunctionen entgegengestellt hatten, einfach wegheben. — Ich muss dabei auf die bereits zu Eingang dieser Mittheilung citirten Arbeiten zurückgreifen. Ich zeigte in denselben an verschiedenen Stellen (Annalen, Bd. XIV p. 133, 420 etc.), dass jeder in der Gesammtheit der $\omega$- Substitutionen enthaltenen Untergruppe vom Index $\mu$ in der $\omega$- Ebene ein gewisses, noch in vielen Hinsichten willkürliches, Fundamentalpolygon entspricht, das aus $2\mu$, abwechselnd schraffirten und nicht schraffirten »Elementardreiecken« besteht, und dessen Kanten vermöge der Substitutionen der Untergruppe paarweise zusammengehören. Die geschlossene Fläche, welche durch Vereinigung der zusammengehörigen Kanten des Fundamentalpolygon's entsteht, besitzt, im Sinne der Analysis situs, ein gewisses Geschlecht, p, — und der Zahlenwerth dieses p, welches ich kurz als Geschlecht der Untergruppe bezeichne, ist mein functionentheo-

retisches Eintheilungsprincip. Es gilt vor allen Dingen, zu unterscheiden, ob p = o ist, oder nicht.

---

An die so exponirte Theorie der Untergruppen schliesst sich nun eine Lehre von den zugehörigen Moduln, d. h. von solchen eindeutigen Functionen von $\omega$, $M(\omega)$, die bei den Substitutionen der Untergruppe, nicht aber bei anderen Substitutionen ungeändert bleiben. Aus nahe liegenden Gründen betrachte ich hier, wo es sich um Untergruppen von endlichem Index handelt, nur solche Moduln, die innerhalb der durch das Fundamentalpolygon definirten geschlossenen Fläche keine Unstetigkeiten höherer Art besitzen; ich nenne sie algebraische Moduln. Hier wird nun sogleich das Geschlecht der Untergruppe von Wichtigkeit.

Ist p = o, so kann man einen zugehörigen algebraischen Modul so wählen, dass er jeden vorgegebenen Werth im Fundamentalpolygon nur einmal annimmt. Ist aber p > o, so muss man, um den einzelnen Punct des Fundamentalpolygon's zu bezeichnen, mindestens zwei Moduln gleichzeitig betrachten, zwischen denen dann eine Gleichung von dem betreffenden p besteht. — Dementsprechend rede ich im ersten Falle von einem Hauptmodul, im zweiten von den Moduln eines vollen System's, wobei selbstverständlich ist, dass man, im zweiten Falle, statt zweier Moduln ev. eine grössere Zahl von Moduln verwerthen kann, die dann an eine Reihe algebraischer Identitäten gebunden sind.

Man hat nun sofort folgenden Satz:

Alle zur Untergruppe gehörigen algebraischen Moduln, sowie alle algebraischen Moduln, die einer umfassenderen Untergruppe angehören, drücken sich, für p = o, durch den Haupt-

**modul, anderenfalls durch die Moduln des vollen System's rational aus.**

Dann aber nachstehendes Resultat, vermöge dessen, wie ich schon andeutete, eine vielfach aufgeworfene Frage erledigt wird:

**Soll $\omega'$ mit $\omega$ durch eine Substitution einer vorgelegten Untergruppe zusammenhängen, so ist, falls $p = o$, nicht nur nothwendig, sondern auch hinreichend, dass der Hauptmodul, berechnet für $\omega$, mit dem für $\omega'$ berechneten Hauptmodul übereinstimmt. Ist aber $p > o$, so ist für den gleichen Schluss die Gleichheit aller Moduln eines vollen System's erforderlich.** —

Uebrigens spreche ich, den anderen bei den Untergruppen getroffenen Unterscheidungen entsprechend, von **Congruenz-Moduln** (der $m^{ten}$ Stufe), so wie von **ausgezeichneten Moduln**. Nur bezüglich letzterer sei hier eine Bemerkung gestattet. Wenn die Moduln $M(\omega)$, $M_1(\omega)$, . . . das volle System einer ausgezeichneten Untergruppe bilden, so drücken sich, wie man sofort sieht, alle Werthe $M\left(\frac{\alpha\omega+\beta}{\gamma\omega+\delta}\right)$, $M_1\left(\frac{\alpha\omega+\beta}{\gamma\omega+\delta}\right)$, . . . durch die ursprünglichen Werthe rational aus. Nun zeigen die Ueberlegungen, die ich Annalen Bd. XV, p. 251 ff. entwickelte, dass man in solchen Fällen $M$, $M_1$, so wählen kann, dass die rationalen Ausdrücke in lineare übergehen. Etwas Aehnliches gilt für solche Untergruppen, die nicht schlechthin, sondern nur relativ ausgezeichnet sind. — Eine solche Wahl scheint in vielen Beziehungen zweckmässig, wie ich noch weiter unten hervorzuheben habe, und in der That hat man auch früher, ohne die in Rede stehenden allgemeinen Ueberlegungen zu haben, ausgezeichnete Moduln, wenn sie auftraten, immer diesem Principe entsprechend gewählt.

---

Den eigentlichen Kern meiner bez. Ueberlegung bildet ein gruppentheoretischer Satz, der als selbstverständlich gelten kann. Es handelt sich darum, einzusehen, dass zwei Untergruppen $m^{ter}$ und $n^{ter}$ Stufe, sobald m und n theilerfremd sind, eine Untergruppe $mn^{ter}$ Stufe gemein haben, die innerhalb der Gruppe $m^{ter}$ Stufe dieselbe Stellung annimmt, wie die Gruppe $n^{ter}$ Stufe innerhalb der Gesammtheit der $\omega$-Substitutionen. Und diess folgt einfach daraus, dass irgendwelche Congruenzen, denen Zahlen $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ modulo m unterworfen sein mögen, mit anderen Congruenzen, denen dieselben Zahlen modulo n genügen sollen, in keiner Weise collidiren können, sobald m und n, wie vorausgesetzt, relativ prim sind.

Auf Grund dieser Anschauung prüfe man jetzt die Schlüsse, welche zur Existenz der zwischen J und J' bestehenden Transformationsgleichung und ihren Eigenschaften hinleiten*). Man sieht dann sofort, dass der gruppentheoretische Theil derselben ungeändert bleibt, wenn man an die Stelle der Gesammtheit der $\omega$- Substitutionen irgend eine Untergruppe $m^{ter}$ Stufe setzt, sofern m zum Transformationsgrade n relativ prim ist. — Und nun handelt es sich, will man zu meinem allgemeinen Satze kommen, nur noch darum, diess gruppentheoretische Resultat functionentheoretisch zu interpretiren. Offenbar muss man, dem Obigen zufolge, unterscheiden, ob das Geschlecht der Untergruppe $m^{ter}$ Stufe gleich Null ist oder nicht. Im ersteren Falle kann man auch functionentheoretisch so weiter schliessen, wie man es bei der absoluten Invariante J that; nur tritt an die Stelle von J der betr. Hauptmodul. Wir haben dann folgenden ersten Satz:

---

*) Man kann diese Schlüsse sehr knapp zusammenziehen, so dass gar keine Rechnung mehr erforderlich ist. Vergl. die Darstellung bei Dedekind, Borchardt's Journal Bd. 83, wo indess die Galois'sche Gruppe nicht bestimmt wird.

**Ist M ein Hauptmodul $m^{ter}$ Stufe, so bestehen für alle Transformationsgrade n, die zum relativ prim sind, zwischen $M(\omega) = M$ und $M\left(-\frac{n}{\omega}\right) = M'$ Gleichungen, die nach Grad, Galois'scher Gruppe und Vertauschbarkeit der Argumente mit der zwischen J und J' bestehenden Transformationsgleichung übereinstimmen.**

Im zweiten Falle bedarf das Schlussverfahren einer Modification, die aber, nach dem Vorausgegangenen, nicht mehr schwer zu finden ist. Statt der einen Invariante J muss man jetzt sämmtliche Moduln $M, M_1, \ldots$ eines vollen Systems gleichzeitig betrachten. Zwischen den Werthsystemen $M(\omega) = M$, $M_1(\omega) = M_1, \ldots$ und $M\left(-\frac{n}{\omega}\right) = M'$, $M_1\left(-\frac{n}{\omega}\right) = M'_1, \ldots$ findet jetzt ein Entsprechen statt, dass dem zwischen J und J' durchaus analog ist. Man hat also statt einer Gleichung zwischen zwei Grössen Das, was die Geometer eine „Correspondenz" nennen, und zwar eine Correspondenz auf einer „Curve vom Geschlechte p".

**Grad und Galois'sche Gruppe dieser Correspondenz sind wieder dieselben, wie bei der zwischen J und J' bestehenden Gleichung; auch ist die Correspondenz, wie jene Gleichung, in den zweierlei in Betracht kommenden Argumenten symmetrisch.**

Es ist kein Grund vorhanden, derartige Correspondenzen nicht ebenso in Betracht zu ziehen, wie jene Gleichungen; **wir haben also schliesslich für jeden Transformationsgrad n unendlich viele Gleichungssysteme, die sämmtlich als Modulargleichungen bezeichnet werden können;** und diess ist der Satz, um dessen Ableitung es sich bei der heutigen Gelegenheit handelte.

---

Dass sich nun, wie in der Einleitung bemerkt, sämmtliche bisher aufgestellten Modulargleichungen in das so gewonnene allgemeine Schema als sehr specielle Fälle einordnen, ist leicht zu sehen*); ein specieller Nachweis würde hier zu weit führen. Ich erinnere nur an die Jacobi-Sohnke'schen Modulargleichungen für $\sqrt[4]{\kappa}$, an die Schröter'schen Modulargleichungen in irrationaler Form, etc. Dabei ist freilich eine gewisse Kritik nöthig, sobald es sich um Correspondenzen handelt. Natürlich muss man bei einer solchen Correspondenz immer den zwischen $M, M_1, \ldots$ einerseits, und den zwischen $M', M'_1, \ldots$ andererseits bestehenden Identitäten Rechnung tragen. Aber auch dann wird die Correspondenz nicht immer durch eine Gleichung zwischen den $M, M_1 \ldots$ und den $M', M'_1 \ldots$ definirt sein. Hat man also durch irgend eine Methode eine solche Gleichung gefunden, so bleibt zu untersuchen, ob sie zur vollen Definition der gewollten Correspondenz ausreicht, und wenn es nicht der Fall ist, so muss man eben noch weitere Relationen zwischen den $M, M'$ aufsuchen**). —

*) Ich betone ausdrücklich, dass es sich im Texte nur um Modulargleichungen handelt (bei denen Vertauschbarkeit der Argumente Statt hat), nicht aber um Multiplicatorgleichungen oder andere verwandte Gleichungen.

**) Herr stud. Hurwitz, der mich bei solchen Untersuchungen unterstützte, wurde dabei für den 23. und 47. Transformationsgrad zu folgenden eleganten Gleichungen geführt:

$$\sqrt[4]{\kappa\lambda} + \sqrt[4]{\kappa'\lambda'} + \sqrt[3]{4}\,\sqrt[12]{\kappa\kappa'\lambda\lambda'} = 1,$$

$$\left[\,[illegible]\left(\sqrt[4]{\kappa\lambda} + \sqrt[4]{\kappa'\lambda'} - 1\right) [illegible] \sqrt[3]{4}\,\sqrt[12]{\kappa\kappa'\lambda\lambda'}\,\right]^2$$

$$[illegible]\left(\sqrt[4]{\kappa\lambda} + \sqrt[4]{\kappa'\lambda'} + 1\right) - 7\sqrt[3]{16}\,\sqrt[6]{\kappa\kappa'\lambda\lambda'}.$$

Hier bedeuten $\kappa, \lambda$ in der üblichen Weise die transformirten Werthe [illegible]. Das volle System der in Betracht kommenden Moduln ist

Noch folgende Bemerkung möge hier eine Stelle finden. Es sollen die Moduln M, $M_1$, ... der $m^{ten}$ Stufe ausgezeichnet und dabei so gewählt sein, dass sie sich bei beliebiger $\omega$- Substitution linear transformiren. Dann sieht man leicht, dass die zwischen den M und M′ bestehenden Relationen bei gewissen simultanen linearen Transformationen der M, M′ ungeändert bleiben müssen. Handelt es sich also darum, die fraglichen Relationen explicite herzustellen, so kann es vortheilhaft sein, vorher alle von M, M′ abhängenden Ausdrücke zu bilden, die diese Eigenschaft der Unveränderlichkeit besitzen. Eine solche Untersuchung, die der linearen Invariantentheorie*) angehört, kann z. B. mit Nutzen bei den gewöhnlich betrachteten, zwischen $\varkappa^2$ und $\lambda^2$ bestehenden Gleichungen durchgeführt werden. Ich habe denselben Gedanken bereits früher (Annalen XIV, p. 162—164) benutzt, um für die niedrigsten Transformationsgrade die Ikosaedermodulargleichungen ohne Weiteres hinzuschreiben. Ich habe ihn neuerdings herangezogen, um wenigstens einige Modularcorrespondenzen der siebenten Stufe zu bilden. Die Moduln, welche ich dabei verwende, und die zwischen ihnen bestehenden identischen Relationen wurden bereits oben genannt. Ich

---

durch $\sqrt[4]{x}$, $\sqrt[4]{x'}$, $\sqrt[12]{xx'}$, gegeben, zwischen denen folgende Identitäten bestehen: $\left(\sqrt[4]{x}\right)^8+\left(\sqrt[4]{x'}\right)^8=1$, $\left(\sqrt[12]{xx'}\right)^3=\sqrt[4]{x}\,.\,\sqrt[4]{x'}$; die zugehörige Untergruppe ist von der 48. Stufe. — Jede der beiden angegebenen Gleichungen stellt die bei ihr in Betracht kommende Correspondenz rein dar.

*) Natürlich gilt etwas Aehnliches in beschränkterem Sinne, wenn es sich nicht um ausgezeichnete Moduln schlechthin, sondern um „relativ ausgezeichnete“ Moduln handelt. Hieher gehören z. B. die bekannten Regeln, welche die Art der Glieder bestimmen, die in den zwischen $\sqrt[4]{\varkappa}$, $\sqrt[4]{\lambda}$ bestehenden Gleichungen auftreten.

kann also sofort die Resultate anführen, was nunmehr zum Schlusse geschehen mag. Es sind folgende:

1) Für n = 3 und n = 5 erhält man nachstehende einfache lineare Gleichungen, deren jede zur Definition der bei ihr in Betracht kommenden Correspondenz ausreicht:

$$\lambda'\lambda + \mu'\mu + \nu'\nu = o^{*}),$$

$$x'_0 x_0 + x'_1 x_1 + x'_2 x_2 + x'_3 x_3 = o.$$

2) Die Modularcorrespondenz für n = 2 wird durch irgend zwei der folgenden drei Gleichungen völlig definirt:

$$x'_0 x_1 + x'_1 x_0 - \sqrt{2} . x'_2 x_2 = o,$$

$$x'_0 x_2 + x'_2 x_0 - \sqrt{2}\ x'_3 x_3 = o,$$

$$x'_0 x_3 + x'_3 x_0 - \sqrt{2} . x'_1 x_1 = o.$$

3) Für n = 4 bekommt man das einfachste**) Resultat, wenn man die $\lambda : \mu : \nu$ heranzieht. Die Correspondenz ist dann nämlich durch die eine Formel gegeben:

$$(\lambda'^2 . \lambda\mu + \mu'^2 . \mu\nu + \nu'^2 . \nu\lambda) + (\lambda^2 . \lambda'\mu' + \mu^2 . \mu'\nu' + \nu^2 . \nu'\lambda') = o,$$

sofern ausdrücklich festgesetzt wird, dass man von der evidenten (doppeltzählenden) Lösung

$$\lambda' : \mu' : \nu' = \lambda . \mu : \nu$$

absehen soll.

**München,** im November 1879.

---

*) Diese Gleichung stellt sich vermöge ihrer dreigliedrigen Form unmittelbar neben die bekannten Formen:

$$\sqrt{\varkappa\lambda} + \sqrt{\varkappa'\lambda'} = 1, \quad \sqrt[4]{\varkappa\lambda} + \sqrt[4]{\varkappa'\lambda'} = 1,$$

die Legendre für den dritten Grad und Gützlaff für den siebenten Grad gewonnen haben.

**) Ich hatte zunächst nur mit den $x_0 : x_1 : x_2 : x_3$ operirt; das Resultat, wie es im Texte mitgetheilt ist, rührt von Herrn Hurwitz her.

## Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

---

*Vom kgl. preuss. geodätischen Institut in Berlin:*

Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1878. 1879. 4°.

*Von der St. Gallischen naturwissenschaftl. Gesellschaft in St. Gallen.*

Bericht über ihre Thätigkeit. 1877—78. 1879. 8°.

*Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:*

Verhandlungen. Jahrg. 35 und 36. 1878—1879. 8°.

*Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:*

25. Bericht. 1879. 8°.

*Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:*

Berichte. 1879. 8°.

*Von der Lese- und Redehalle der k. k. technischen Hochschule in Wien:*

Jahresbericht. VII. Vereinsjahr 1878—79. 8°.

*Von der Società Italiana di scienze naturali in Mailand:*

Atti. 1877—79. 8°.

*Von der Zoological Society in London:*

a) Proceedings. 1879, Part. 3. 8°.
b) List of the vertebrated Animals now or lately living in the Gardens of the Zoological Society of London. 7 ed. 1879. 8°.
c) Transactions. Vol. X. Part. 12. 1879. 4°.
d) Proceedings. 1879. Part. 1. 8°.

*Von der Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass.*

Annals. Vol. XI. Part. 1. Photometrio Observations by Edward C. Pickering. 1879. 4°.

*Vom Comité des Schwann-Jubiläums in Lüttich:*

Manifestation en l'honneur de M. le Professeur Th. Schwann. Liége, 23. Juni 1879. Liber memorialis. Düsseldorf 1879. 8°.

*Von der U. S. Coast Survey Office in Washington:*

Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey for the year 1874. 1877. 4°.

*Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:*

Nouvelles Archives. II. Serie. Tom. I. 1878. 4°.

*Von der Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei in Rom:*

Atti. Anno XXXII. Sessione I e II. 1879. 4°.

*Vom Institut Royal Grand-Ducal in Luxembourg:*

Publications de la Section des sciences naturelles. Tom. XVII. 1879. 8°.

*Von der Société botanique de France in Paris:*

Bulletin. Tom. 26. Comptes rendus 1. Revue bibliogr. C. 1879. 8°.

*Von der Société de géographie in Paris:*

Bulletin. Oct. 1879. 8.

*Vom Verein für Erdkunde in Dresden:*

XVI. Jahresbericht. Wissenschaftl. Theil. 1879. 8°.

*Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:*

Denkschriften; mathem.-naturwiss. Classe. Bd. 39. 1879. 4°
Sitzungsberichte; mathem.-naturw. Classe
I. Abth. Bd. 77 u. 78.
II. „ „ 77. 78 u. 79.
III. „ „ 77. 78 u. 79. 1878—79. 8°.

*Von der naturwissenschaftl. Gesellschaft Isis in Dresden:*

Sitzungsberichte. Jahrg. 1879. Jan. — Juni. 1879. 8°.

*Vom Verein der Naturhistoriker in Innsbruck:*

Rechenschaftsbericht über die 3 ersten Jahre seines Bestehens. 1879. 8°.

*Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:*

a) 64. Jahresbericht. 1878. 1879. 8°.
b) Kleine Schriften. XVIII. Die höchste und niedrigste Temperatur von 1836 — 1877, von M. A. F. Prestel. 1879. 4°.

*Vom naturwissenschaftl. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:*

Mittheilungen. Jahrg. XI. Berlin 1879. 8°.

*Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:*

Giornale di scienze naturali ed economiche. Anno 1879. Vol. XIV. 4°.

*Von der R. Astronomical Society in London:*

Monthly Notices. Vol. 40. 1879. 8⁰.

*Vom Bureau géologique de la Suède in Stockholm:*

a) Sveriges Geologiska Undersökning No. 68. 69. 71. 72 der geologischen Karte mit je 1 Heft Erklärung. 1869. 8⁰ und Atlas in fol.
b) Om Floran i Skånes kolförande bildningar, of A. G. Nathorst. I. Floran vid Bjuf. Heft 2. und II. Floran vid Höganäs. 1878—79. 4⁰.

*Vom Peabody Institute in Baltimore:*

12. annual Report. 1879. 8⁰.

*Von der Société géologique de Belgique in Liége:*

Annales. Tom. 5. 1877—78. 1878. 8⁰.

---

*Von Herrn Francesco Rossetti in Rom.*

Sul potere assorbente, sul potere emissivo termico delle fiamme e sulla temperatura dell' arco voltaico. 1879. 4⁰.

*Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:*

Gartenflora. Sept. 1879. Stuttgart. 8⁰.

*Vom Herrn L. B. Welch in Wilmington, Ohio:*

An illustrated Description of prehistoric Relics found near Wilmington, Ohio. 1879. 8.

*Vom Herrn Theodor von Oppolzer in Wien:*

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten. Bd. II. Leipzig. 1880. 8⁰.

*Vom Herrn E. Plantamour in Genf:*

Resumé météorologique de l'année 1878 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. 1879. 8°.

*Vom Herrn P. Riccardi in Modena:*

Biblioteca matematica Italiana Parte II. Volume unico. 1879 4°.

*Vom Herrn Piazzi Smyth in Edinburgh:*

The Solar Spectrum. 1879. 4°.

*Vom Herrn H. A. Hagen in Cambridge Mass. U. S. A.*

Destruction of obnoxious insects. 1879. 8°.

*Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:*

Gartenflora. October 1879. Stuttgart. 8°.

---

# Sitzungsberichte
der
# königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

---

Sitzung am 3. Januar 1880.

## Mathematisch-physikalische Classe.

---

Herr v. Bauernfeind hielt einen Vortrag über:

Die Beziehungen zwischen Temperatur, Druck und Dichtigkeit in verschiedenen Höhen der Atmosphäre.

Der k. k. österreichische Hauptmann Herr Wilhelm Schlemüller zu Prag behandelt in einer vor Kurzem bei H. Dominicus dortselbst erschienenen und

„Der Zusammenhang zwischen Höhenunterschied, Temperatur und Druck in einer ruhenden nicht bestrahlten Atmosphäre"

betitelten kleinen Schrift das vorstehend bezeichnete Thema „auf Grund der dynamischen Gastheorie" und gelangt hiedurch fürs Erste zu einer Beziehung zwischen Höhen- und Temperaturunterschied, womit er dann weiter die Fragen über die Aenderung der Temperatur und des Drucks zwischen zwei Punkten löst, die Höhe der Atmosphäre und deren Temperatur an der oberen Begrenzung berechnet, und schliesslich eine neue Barometerformel aufstellt.

Mit Ausnahme dieser Formel kommt Herr Schlemüller genau zu denselben Ergebnissen auf welche mich meine im Jahre 1857 unter Beihilfe von 10 Studirenden des hiesigen K. Polytechnicums älterer Ordnung am Hohen Miesing an-

gestellten Messungen und namentlich meine hieran geknüpften ausführlichen Studien über die Physik der Atmosphäre geführt haben, und welche seit dem Jahre 1862 dem wissenschaftlichen Publikum aus meiner von der hiesigen literarisch-artistischen Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung verlegten Schrift:

„Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen und die Temperaturänderungen der Atmosphäre"

bekannt sind. Nur Herr Schlemüller nimmt weder von meinen Beobachtungen noch von meinen Untersuchungen Notiz, obwohl die einen wie die anderen in der Literatur grosse Anerkennung und Verbreitung fanden wegen des von mir gelieferten Nachweises dass und warum man mit dem Barometer am Morgen und Abend zu kleine, am Mittag zu grosse und nur zu gewissen Vor- und Nachmittagsstunden richtige Höhen findet, und obgleich ich auf sie meine in den Jahren 1864 (Bd 62, Nr 1478 bis 1480) und 1866 (Bd 67, Nr 1587 bis 1590) in den „Astronomischen Nachrichten" erschienene Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung gründete, welche die Bessel'schen mittleren astronomischen Refractionen bis zu 90° Zenithdistanz genau darstellte und die am Kaukasus zuerst beobachtete Thatsache von der Abnahme des Coefficienten der terrestrischen Refraction mit der Höhe des Beobachtungsorts vollständig erklärte, was bis heute keine andere Strahlenbrechungstheorie zu leisten vermochte, weil sie alle auf ungenauen Voraussetzungen über die Aenderungen der Dichtigkeit der Atmosphäre mit der Höhe beruhen.

Da mir das völlige Stillschweigen des Herrn Hauptmanns Schlemüller über meine auch in den vier letzten Auflagen meiner „Elemente der Vermessungskunde" genannten und von andern Schriftstellern vielfach citirten Abhandlungen über barometrische Höhenmessung und Strahlen-

brechung auffiel, so wandte ich mich am 9. December 1879 schriftlich an ihn mit der Bitte mir offen zu sagen, ob ihm meine Arbeiten in Bezug auf die vorliegenden Fragen in der That unbekannt waren, oder welchen Grund er hatte dieselben mit Stillschweigen zu übergehen. Ich erhielt darauf unterm 28. Decbr nachstehende Antwort, die ich vollständig mittheile, da von dem Verfasser ein Auszug nicht gestattet ist. Nur die einzelnen Absätze habe ich mir zu beziffern erlaubt, um mich in meinen folgenden Bemerkungen leichter auf sie beziehen zu können.

Herr Hauptmann Schlemüller schreibt nämlich:

„Die kleine Abhandlung, in welcher ich den Zusammenhang zwischen Höhenunterschied, Temperatur und Druck abgeleitet zu haben glaube, stützt sich nebst den nur den Fachmännern zugänglichen Verstandesgründen auch auf die so vollkommene Uebereinstimmung der theoretisch erhaltenen Resultate mit den praktischen Beobachtungen.“ (1)

„Es kann mir nur sehr schmeichelhaft sein dass ein so vorzüglicher Beobachter der einschlägigen Verhältnisse der Atmosphäre wie Sie zu denselben Folgerungen gekommen ist wie ich, und sie durch die Praxis bestätigt gefunden hat.“ (2)

„Ich bin einer solchen Anerkennung nicht gewohnt, da meine Abhandlung sowohl von der Akademie der Wissenschaften zu Wien, sowie von einer Reihe der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Zeitschriften, als nicht zur Veröffentlichung geeignet, zurückgewiesen wurde.“ (3)

„Der Schwerpunkt meiner Abhandlung liegt jedoch nicht in der Ableitung der barometrischen Formeln, welche Jedermann erhalten musste, der an das Gesetz g l a u b t e, die Temperaturabnahme sei proportional dem Höhenunterschiede; sondern darin dass ich mit Hilfe der dynamischen Gastheorie b e w i e s e n habe dass diese Abnahme dem Höhenunterschiede proportional sein muss.“ (4)

„Hiezu war es nöthig die gegenwärtig allgemein giltige Ableitung eines Grundsatzes der dynamischen Gastheorie als f a l s c h zu erkennen und (Seite 5 meiner Schrift, Zeile 26 u. ff.) den richtigen Satz aufzustellen.“ (5)

„Darin, glaube ich, liegt das Verdienst meiner Abhandlung; alles Weitere sind Consequenzen der mehrerwähnten Proportionalität, und stehe ich nicht an, Jedem der den Nachweis liefert, die Priorität in diesen Consequenzen eines früher geglaubten Satzes zuzustehen, wie Seite 9, Anmkg 1 meiner Schrift zeigt.“ (6)

„In erster Linie Officier, kann ich meinen wissenschaftlichen Arbeiten nur wenig Zeit und Mittel zuwenden; diess mag auch entschuldigen dass ich Ihr mir aus vielfachen Citaten bekanntes Werk nicht studirt habe; nach dessen Studium werde ich in einer eventuellen Neuauflage der Abhandlung auf Ihre Priorität bezüglich der Ableitung von

$$\frac{p}{p_u} = \left(1 - \frac{h}{H}\right)^6 \qquad (7)$$

hinweisen.“

Dieser Brief des Herrn Hauptmanns veranlasst mich auf die **Entwicklung** meiner Relationen über die physicalische Constitution der Atmosphäre etwas näher einzugehen, weil es sonst den Anschein haben könnte als wäre ich im Stande gewesen dieselben ohne jede vorausgegangene theoretische Erörterung einfach nur zu beobachten. Meine Entwicklung bezieht sich aber nach Seite 95 der „Beobachtungen und Untersuchungen“ in erster Linie auch auf „die **Temperaturabnahme nach der Höhe**“ (vergl. Satz 4), und lautet im Auszuge folgendermassen:

„Verstehen wir unter k einen die Abhängigkeit der Differentialgrössen des Drucks p und der Dichtigkeit $\varrho$ der Atmosphäre bezeichnenden Coefficienten, dessen Werth aus Versuchen bestimmt werden muss, so kann man wegen der

nach Höhe und Breite sich ändernden Temperatur der Atmosphäre das Mariottesche Gesetz nicht mehr einfach durch die Proportion $dp : p = d\varrho : \varrho$ sondern nur durch die Gleichung darstellen:

$$\frac{dp}{p} = k \frac{d\varrho}{\varrho} \tag{37}$$

aus welcher sich durch Integration zunächst ergibt

$$\text{Log}\, p = k \,\text{Log}\, \varrho + C$$

und wenn $p'$ und $\varrho'$ Elasticität und Dichte der Atmosphäre eines anderen Punkts der Atmosphäre bezeichnen:

$$\text{Log}\, p' = k \,\text{Log}\, \varrho' + C$$

Aus den beiden letzten Gleichungen folgt durch Abziehen die Gleichheit der nachstehenden Verhältnisse zwischen Druck und Dichtigkeit:

$$\frac{p'}{p} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\kappa} \tag{38}$$

Bezeichnet $\Theta$ die absolute Temperatur ($272,8 + t^0$ C) der Atmosphäre an der Stelle wo die Elasticität p und die Dichtigkeit $\varrho$ stattfindet, und ist $d\Theta$ die Temperaturerhöhung welche bei constantem Druck eine Dichtigkeitsänderung $d\varrho$ bewirkt, so muss bei veränderlichem Drucke

$$\frac{d\Theta}{\Theta} = k_0 \frac{d\varrho}{\varrho} \tag{39}$$

gesetzt werden, wobei $k_0$ wieder einen durch Erfahrung zu bestimmenden Coefficienten bezeichnet. Diese Gleichung gibt durch Integration, wenn $\Theta'$ die absolute Temperatur der Atmosphäre an der Stelle ist wo die Elasticität p und die Dichtigkeit $\varrho$ stattfinden:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\kappa_0} \tag{40}$$

und da zwischen den durch p, $\varrho$, $\Theta$ und $p'$, $\varrho'$, $\Theta'$ ausgedrückten Zuständen einer Luftmasse die Beziehung besteht:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \frac{p'\varrho}{p\varrho'} \tag{41}$$

so folgt durch Einsetzung des Werths von $p' : p$ aus (38) in (40) die Relation zwischen Temperatur, Dichtigkeit und Druck:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\varkappa-1} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} \tag{42}$$

wobei sich also zeigt dass $k_0 = k - 1$ ist".

„Die Gleichungen (38) und (40) stimmen mit den von Poisson (in den Annales de Chimie et de Physique, Tome XXIII, pag. 339 und in Gilberts Annalen Jahrgang 1824, Seite 272) aufgestellten Formeln überein, obgleich ihre Entwickelungen und die Bedeutungen der Constanten k verschieden sind. Ich füge nun diesen zwei Gleichungen eine dritte bei welche Poisson nicht hat und die sich speciell auf die Abnahme der Temperatur mit der Höhe der Atmosphäre bezieht."

„Heisst nämlich die Höhe der Atmosphäre in einem beliebigen Punkte der Erdoberfläche h, und findet in diesem Punkte die absolute Temperatur $\Theta$ statt, so wird, wenn h um dh wächst, auch die Temperatur um $d\Theta$ zunehmen; da aber diese Aenderungen vielleicht ungleichförmig sind, so kann man zunächst nur

$$\frac{d\Theta}{\Theta} = k_1 \frac{dh}{h} \tag{43}$$

setzen und hiebei unter $k_1$ einen Erfahrungscoefficienten verstehen, der später aus Beobachtungen zu bestimmen ist."

„Aus dieser Gleichung findet man, wenn $\Theta'$ und $h'$ einem zweiten Punkte der Vertikalen entsprechen, durch Integration

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{h'}{h}\right)^{K_1} \qquad (44)$$

wonach sich also die Temperatur $\Theta'$ für einen Punkt der um z höher liegt als der Ausgangspunkt, aus der Gleichung berechnen lässt:

$$\Theta' = \Theta\left(1 - \frac{z}{h}\right)^{K_1} \qquad (45)$$

Mit Rücksicht auf diese Gl (44) haben wir nunmehr folgende Beziehungen zwischen Temperatur, Dichtigkeit, Druck und Höhe der Atmosphäre:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{K-1} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{K-1}{K}} = \left(\frac{h'}{h}\right)^{K_1} \qquad (46)$$

und es kommt jetzt nur mehr darauf an die Exponenten k und $k_1$ und die Atmosphärenhöhe h aus einer hinreichenden Zahl guter Beobachtungen zu bestimmen."

Diese Bestimmung erfolgte nach Seite 97—109 meines Buchs auf Grund von 100 Beobachtungen über die Temperaturabnahme mit der Höhe, welche in folgenden Schriften veröffentlicht sind:

1. Die thermo- und barometrischen Messungen welche Gay-Lussac auf seiner am 16. Septbr. 1804 von Paris aus unternommenen Luftreise (bis zu 7018 m über Meer) gemacht und in den Annales de Chimie, T. 52, p. 75 etc. mitgeteilt hat.
2. Die thermo- und barometrischen Beobachtungen welche John Welsh auf vier im Jahre 1852 bis zu einer höchsten Höhe von 22640 engl. Fuss ausgeführten Luftschifffahrten gemacht hat. (Vergl. die Berichte der Royal Society zu London und Petermanns Geogr. Mitteilungen 1855, S. 333 u. ff.).
3. In der nur die höheren und höchsten (5880 m) Berge berücksichtigenden Auswahl der von Ramond, Humboldt,

Saussure u. A. angestellten barometrischen Höhenmessungen, welche sich in Ramond's „Mémoires sur la formule barométrique de la mécanique céleste", Paris 1811, verzeichnet finden.

4. Die thermo- und barometrischen Beobachtungen welche in Genf und auf dem Grossen St. Bernhard in zehn Jahren (1841—1850) gemacht und von Plantamour in seinem „Résumé des observations thérmométriques et barométriques" etc., Genf 1851, mitgeteilt wurden.

5. Die meteorologischen Beobachtungen auf vier Stationen in Göttingen, Clausthal und Brocken, welche C. Prediger in seiner Schrift über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen, Clausthal 1860, veröffentlicht hat.

6. Die Nivellemente nebst den thermo- und barometrischen Messungen welche ich mit zehn Gehilfen in der Zeit vom 13. bis 28. August 1857 am Grossen Miesing ausgeführt habe und deren Ergebnisse in meinen „Beobachtungen und Untersuchungen" angeführt sind.

Von den in der Tafel XLIV der letztgenannten Schrift zusammengestellten 100 Beobachtungen sind entnommen:

4 der Luftschifffahrt von Gay-Lussac (Abhdlg Nr 1),
12 der Luftschifffahrt von John Welsh (Abhdlg Nr 2),
33 den in der Abhdlg Nr 3 aufgeführten Messungen von Ramond, Humboldt, Saussure,
17 den Beobachtungen von Plantamour u. A. in dessen unter Nr 4 aufgeführten Résumé etc.,
16 den meteorologischen Beobachtungen von C. Prediger u. A. im Harz, (Abhdlg Nr 5),
18 den Beobachtungen von Bauernfeind und Gehilfen, (Abhdlg Nr 6 „Beobachtungen" etc.).

Hieraus geht hervor dass ich meine eigenen Messungen nicht über Gebühr berücksichtigt habe. Aus diesen hundert Beobachtungen wurden folgende Werthe berechnet:

$$\text{Seite } 105: \; k' = \frac{k}{k-1} = 5{,}977 \text{ und } k \quad 1{,}2160$$

$$\text{Seite } 109: \; h = 51382 \text{ Meter} \quad \text{und } k' = 1{,}0227$$

und ich war wohl wegen der noch immer geringen Zahl und Genauigkeit der benützten Beobachtungen berechtigt, in meinen Formeln $k = 1{,}2$ und $k_1 = 1$ zu setzen, wodurch diese auf Seite 110 der „Beobachtungen und Untersuchungen" die Gestalt annahmen:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{h'}{h} \tag{59a}$$

Genau dieselben Beziehungen findet nun Herr Hauptmann Schlemüller „auf Grund der dynamischen Gastheorie" welche auf der schon von Daniel Bernoulli (1738) ausgesprochenen, in unserer Zeit aber von Krönig (1856, Poggendorffs Annalen, Bd 99) und von Clausius (1856, Ebendaselbst, Bd 100) weiter ausgeführten Ansicht beruht dass die Gasmolekeln den ihnen angewiesenen umschlossenen Raum in fortschreitender Bewegung durcheilen bis sie entweder an ein anderes Molekel oder an den Umschluss des gedachten Raumes anstossen, worauf sie wie vollkommen elastische Kugeln ohne Geschwindigkeitsverlust zurückkehren.

Hienach ist der stetige Druck eines Gases auf seine Begrenzung als die Wirkung unzähliger Stösse aufzufassen welche die ankommenden Molekeln ausüben. Auf Grund dieser und der weiteren zuerst von Joule ausgesprochenen Anschauung dass es erlaubt sei bei der unendlichen Mannigfaltigkeit der Bewegungsrichtungen dafür die grösste Regelmässigkeit zu setzen, entwickelte Clausius (a. a. O.) für die mittlere Geschwindigkeit u womit sich die Molekeln verschiedener Gase bei gegebener Temperatur bewegen, die Formel

$$u = \sqrt{3\, g\, P\, v} \tag{$\alpha$}$$

worin P den Druck des Gases (in Kilogramm) auf die Flächeneinheit (den Quadratmeter), v das Volumen eines Kilogramms Gas (in Cubikmeter) und g die Beschleunigung der Schwere bedeutet.

Statt dieser Formel stellt Hr Schlemüller die andere auf:

$$V = 2 \sqrt{3 \, g \, P_0 \, V_0 \, (1 + \alpha \tau)} \qquad (\beta)$$

in welcher V mit u gleichbedeutend ist, $P_0$ den Normaldruck des Gases auf die Flächeneinheit, $V_0$ das Volumen eines Kilogramms Gas bei 0°, $\tau$ die Temperatur des Gases in Centigrad, g die Beschleunigung der Schwere und $\alpha$ den Ausdehnungscoefficienten der Gase 0,003665 bezeichnet. Da somit $P_0 \, V_0 \, (1 + \alpha\tau)$ in der letzten Formel die gleiche Bedeutung hat wie P v in der ersten, so setzt also Herr Schlemüller die Moleculargeschwindigkeit V doppelt so gross als Clausius, Joule u. A., nämlich $V = 2 \, u$, und hierauf bezieht sich der mit (5) bezeichnete Satz in dessen Briefe vom 18. December 1879.

Nach der Discussion der Formel ($\beta$) auf Seite 6 leitet Herr Schlemüller auf Seite 9 und 10 seiner Schrift das Gesetz der Temperaturabnahme wie folgt ab. Beginnt ein Molekel an der Erdoberfläche seinen Lauf, so wird es bei der vorausgesetzten Mannigfaltigkeit der Bewegungsrichtungen vielfach mit anderen Molekeln zusammenstossen; da aber alle vollkommen elastisch sind, so wechseln je zwei zusammenstossende Geschwindigkeit und Richtung aus, d. h. das erstere (untere) Molekel kehrt nach unten, das zweite (obere) nach oben zurück, so zwar dass das eine den Weg des anderen fortsetzt. Es ist desshalb erlaubt anzunehmen dass jedes Molekel gerade oder schief bis an die Grenze der Atmosphäre aufsteige. Hiebei verliert es nach mechanischen Gesetzen beständig an Geschwindigkeit in Folge der gegen den Erdmittelpunkt wirkenden Beschleunigung der Schwere. In der Geschwindigkeitshöhe wird die Ge-

schwindigkeit Null und das Teilchen beginnt seine Bewegung abwärts, wobei es in den Punkten seiner Bahn dieselben Geschwindigkeiten erlangt wie beim Aufsteigen.

Bedeutet nun V die ebenbezeichnete Moleculargeschwindigkeit in der Entfernung R vom Erdmittelpunkte, $V_1$ jene in dem Abstande $R + h$, und wird vorläufig die Beschleunigung der Schwere in R und $R + h$ als gleich angenommen, so muss die Gleichung statt finden:

$$\frac{V^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} = h$$

Setzt man hierin für V und $V_1$ die der Formel ($\beta$) entsprechenden Werte und heisst die Temperatur an der Erdoberfläche $= \tau$ und in der Höhe $h = \tau_1$ so folgt

$$\tau - \tau_1 = \frac{h}{6\,\alpha\,P_0\,V_0} = ch \qquad (\gamma)$$

wobei c für den reciproken Wert von $6\,\alpha\,P_0\,V_0$ geschrieben ist. Diese Gleichung besagt dass (ohne Rücksicht auf die Aenderung der Beschleunigung der Erdschwere) der Temperaturunterschied in zwei übereinanderliegenden Punkten der Atmosphäre deren Höhenunterschied proportional ist, und es führt diese Gleichung in Verbindung mit der

$$H = \frac{V^2}{2g} = 6\alpha\,P_0 V_0 T$$

und der Gleichheit von $\tau - \tau_1$ und $T - T_1$ sofort zu dem Gesetze

$$\frac{T_1}{T} = \frac{H_1}{H} \qquad (\delta$$

wenn T und $T_1$ die absoluten Temperaturen $(273 + \tau)$ und $(273 + \tau_1)$ an der Erdoberfläche und in der Höhe h, H die Höhe der Atmosphäre und $H_1$ den Höhenunterschied $H - h$ bezeichnet. Dieses Gesetz ($\delta$) entspricht aber ganz

genau der in meinen Beobachtungen und Untersuchungen (Seite 110) aufgestellten Relation (59):

$$\frac{\Theta^1}{\Theta} = \frac{h^1}{h}$$

da $\Theta = T$, $\Theta^1 = T_1$, $h = H$ und $h_1 = H - h = H_1$ ist.

Die Ableitung der Formeln ($\gamma$) oder ($\delta$) ist nach Aussage des mit (4) bezeichneten Satzes in vorstehendem Briefe das Hauptverdienst des Herrn Hauptmanns Schlemüller, weil er das was ich mit Anderen (darunter Lagrange, Laplace, Gauss, Bessel) bloss geglaubt haben soll, bewiesen hat: als ob in naturwissenschaftlichen Fragen, und namentlich wenn es sich um Naturgesetze oder deren genäherte Ausdrücke handelt, die systematisch verwerteten Beobachtungen nicht mindestens denselben Wert hätten als auf Hypothesen beruhende theoretische Ableitungen!

In dem ersten Abschnitte seiner Schrift (Seite 8) behauptet Herr Hauptmann Schlemüller auch dass man es bisher nicht verstanden habe den Höhenunterschied, für welchen die Temperatur um 1° C abnimmt, aus einer rationellen Formel zu entwickeln. Er zieht ferner aus seiner Formel ($\gamma$), indem er für $P_0$ den Normaldruck der Luft auf 1 □Meter (10328 Kilogr.) und für $V_0$ das Volumen trockener Luft (0,7732 Cbk.-Meter) setzt welches 1 Kilogramm wiegt, den fraglichen Höhenunterschied

$$h = 6\,\alpha\,P_0\,V_0 = 175{,}61^m$$

vergleicht dieses Resultat der Rechnung mit dem von ihm aus drei auf Beobachtungen gestützten Angaben (von Reich, Boussingault, Schlagintweit) gezogenen Mittel von 175$^m$ und leitet aus der Uebereinstimmung beider Werthe ebenfalls einen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie her. Ohne mich hierüber in eine weitere Erörterung einzulassen, bemerke ich nur dass ich in Nr 64 Seite 117 meiner „Beobachtungen und Untersuchungen“ die Formel aufgestellt habe

$$z = 173,^{m}5\ (1 + 0,069 \cos 2\psi)$$

wonach der Höhenunterschied z für 1°C bei 45° Breite gerade 173,5$^m$ beträgt und für höhere Breiten etwas kleiner, für niedere etwas grösser wird; ein Ergebniss welches von der Folgerung des Herrn Schlemüller im Grunde nur durch den Factor $(1 + 0,069 \cos 2\psi)$ abweicht, welcher dort der Einheit gleich ist.

Zum zweiten Abschnitte der in Rede stehenden Schlemüllerschen Schrift, welcher von der Höhe der Atmosphäre handelt und diese gleich

$$H = 6\,\alpha\,P_0\,V_0\,T = h\,T = 175,61\ T$$

findet, will ich nur bemerken: erstens dass meine Formel (58) auf Seite 110 der Beobachtungen und Untersuchungen

$$H = \frac{z\,.\,\Theta}{\Theta\text{-}\Theta^1} = 173,5\ \Theta = 173,5\ T$$

und für $T = 272,8 + 9,5$ (wobei 9,4° C die Mitteltemperatur bei 45° Breite bedeutet) $H = 48980^m$, also einen von dem Schlemüller'schen kaum verschiedenen Werth liefert, und zweitens dass auch nach meinen Aufstellungen die Temperatur an der Grenze der Atmosphäre − 273° C beträgt, entsprechend der Bedingung dass dort die Elasticität der Luft oder der Ausdruck $1 + at = o$ sein muss.

Im dritten Abschnitte seiner Schrift behandelt Herr S. den Zusammenhang zwischen Höhenunterschied und Druck, und gelangt hiebei zu zwei Formeln für die barometrische Höhenmessung: die erste mit (x) bezeichnete (Seite 16) nimmt auf die Abnahme der Schwerebeschleunigung mit wachsender Höhe keine Rücksicht, die andere ($\mu$) auf Seite 17 führt die angedeutete Veränderung in der Beschleunigung ein. Es liegt jedoch nicht in meiner Absicht mich hier auf eine nähere Discussion dieser Formeln einzulassen, obwohl es Herr S. nach dem Absatz (4) seines Briefs zu erwarten

scheint; mein derzeitiges Interesse gilt bloss der in Ausdruck (2) des eben genannten Briefs erwähnten Relation

$$\left(\frac{p}{p_0}\right)^{\frac{1}{c}} = \frac{H-h}{H} = 1 - \frac{h}{H} \qquad (2)$$

welche vollständig mit meiner Formel 59a (Seite [illegible] meiner Beobachtungen)

$$\left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{c}} = \frac{h'}{h} = \frac{h-x}{h} = 1 - \frac{x}{h} \qquad (59^a)$$

übereinstimmt, da $p$ in (2) $= p'$ in ($59^a$), $p_0$ in (2) $= p$ in ($59^a$), $H$ in (2) $= h$ in ($59^a$) und $h$ in (2) $= x$ in ($59^a$) ist.

Im vierten Abschnitte (Seite 19 seiner Schrift) stellt Herr S. den Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck durch die Gleichung dar

$$\frac{p_o}{p_u} = \left(\frac{1+\alpha t_o}{1+\alpha t_u}\right)^c = \left(\frac{T_o}{T_u}\right)^c$$

welche besagt dass die Drücke in zwei verschieden hohen Punkten der Atmosphäre sich wie die sechsten Potenzen der absoluten Temperaturen verhalten. Genau dasselbe drückt aber meine schon oft angeführte Relation ($59^a$) aus welche in Bezug auf Temperatur und Druck lautet:

$$\frac{p'}{p} = \left(\frac{1+\alpha t'}{1+\alpha t}\right)^c = \left(\frac{\Theta'}{\Theta}\right)^c$$

und worin mit Rücksicht auf die vorausgehende Formel $p' = p_o$, $p = p_u$, $\Theta' = T_o$, $\Theta = T_u$ ist.

Ueber die Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen erstrecken sich die Betrachtungen des Herrn Haupt Schlemüller nicht; die Ausdrücke für die Dichtigkeit der Luft an zwei ungleich hoch gelegenen Punkten, die wir unten $D_u$ und oben $D_o$ nennen wollen, sind aber nur eine einfache mathematische Folge aus den bereits mitgetheilten Schle-

müllerschen Gleichungen und bekannten physicalischen Gesetzen. Hienach ist nämlich

$$\frac{D_o}{D_u} = \frac{p_o(1 + \alpha t_u)}{p_u(1 + \alpha t_o)} = \left(\frac{T_o}{T_u}\right)^5$$

während meine Formel 59ª in Bezug auf Dichtigkeit und Temperatur die Gleichung enthält:

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \frac{p'(1 + \alpha t)}{p(1 + \alpha t')} = \left(\frac{\Theta'}{\Theta}\right)^5$$

welche mit der vorstehenden aus den Entwickelungen des Herrn S. mit logischer Strenge folgenden vollständig übereinstimmt, da in der letzten Formel $\varrho$, $\varrho'$, $\Theta$, $\Theta'$ genau dieselbe Bedeutung haben wie $D_u$, $D_o$, $T_u$, $T_o$ in der ersten.

Fassen wir alle hier behandelten Fälle zusammen, so findet Herr Hauptmann Schlemüller auf Grund der dynamischen Gastheorie 1879 genau dieselben Relationen

$$\frac{T_o}{T_u} = \left(\frac{p_o}{p_u}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{D_o}{D_u}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{H'}{H}$$

welche ich schon 1862, also 17 Jahre früher, unter folgender Bezeichnung veröffentlicht habe:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{h'}{h}$$

Meine Aufstellungen beruhen zwar, wie schon erwähnt, auch auf theoretischen Entwickelungen, aber diese betreten nicht das Gebiet der Hypothesen, in dem sich die Grundformel des Herrn Hauptmann Schlemüller, nämlich die von ihm „richtig gestellte" Moleculargeschwindigkeit V zur Zeit noch befindet. Ich musste die Constanten meiner Relationen aus zahlreichen und guten Beobachtungen ableiten, weil ich sie nicht aus einer hypothetischen Geschwindigkeitsformel ableiten wollte. Ich habe somit genau das Verfahren eingehalten welches man in den exacten Wissenschaften zu befolgen pflegt, wenn man das Gesetzmässige in vielfach beobachteten Erscheinungen aufsucht. Ueberdies sind meine

Relationen auch noch weiter an der Erfahrung geprüft worden, indem erstens die von mir aus der Relation

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \left(\frac{h'}{h}\right)^5 = \left(1 - \frac{x}{h}\right)^5 = \left(1 - y\right)^5$$

berechneten mittleren astronomischen Refractionen genau mit den von Bessel festgestellten beobachteten Werten derselben übereinstimmen (Astron. Nachrichten 1864, Bd 62, S. 235), und zweitens befolgt die von der Russischen Vermessungskammer am Kaukasus beobachtete Abnahme des Coefficienten der Strahlenberechnung genau das von mir bewiesene Gesetz, dass sich unter sonst gleichen Umständen die zwei ungleich hoch gelegenen Beobachtungsorten zukommenden Refractionscoefficienten nahezu wie die vierten Potenzen der über diesen Orten verbleibenden Atmosphärenhöhen verhalten (Astron. Nachrichten 1866, Bd 61, S. 188). Trotz aller dieser Uebereinstimmungen kam es mir aber doch nie in den Sinn meine „Aufstellungen über die physicalische Constitution der Atmosphäre" für den genauen Ausdruck der in dieser wirksamen Naturgesetze auszugeben; ich hielt sie stets nur für der Wahrheit möglichst nahe kommende Ausdrücke, die aber allerdings in gewissen Fällen, wo die Abhängigkeit des Zustands der Atmosphäre von der Höhe des Orts nicht in aller Strenge bekannt zu sein braucht, wie z. B. bei der atmosphärischen Strahlenbrechung die Dichtigkeitsänderung, ein Naturgesetz vollständig vertreten können. Aus dieser Beschränkung meiner Aufstellungen und aus der Art ihres Beweises erklärt es sich wohl auch, warum dieselben Eingang in der wissenschaftlichen Welt und nirgends Widerspruch gefunden haben, was nach der eigenen Aussage des Herrn Hauptmann Schlemüller (in Absatz 4 seines Briefs) mit dessen Bearbeitung des gleichen Gegenstands auf Grund der dynamischen Gastheorie, obgleich die meisten Schlussergebnisse mit den meinigen übereinstimmen, nicht der Fall ist.

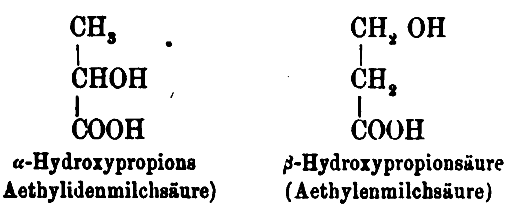
---

Herr **Erlenmeyer** spricht:

## Ueber Phenylmilchsäuren.

Ausser den beiden bezüglich ihrer Constitution genau gekannten Milchsäuren — der Aethyliden- oder Gährungsmilchsäure und der Aethylenmilchsäure oder Hydracrylsäure giebt es bekanntlich noch eine dritte Milchsäure, welche im Fleischsaft enthalten ist und daher Fleischmilchsäure oder wohl auch Paramilchsäure genannt wurde. Wiewohl die Salze der letzteren verschieden sind von den entsprechenden Salzen der beiden anderen Säuren so liefert sie doch mit $PCl_5$ dasselbe Chlorür wie die Aethylidenmilchsäure und zersetzt sich auch wie diese beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure in Aethylaldehyd und Ameisensäure, man hält sie desshalb für physikalisch isomer mit der Aethylidenmilchsäure.

Die Aethyliden- und die Aethylenmilchsäure sind Hydroxypropionsäuren, die sich derart von einander unterscheiden, dass sich in der ersteren das Hydroxyl an der Stelle von 1 H-atom in dem $CH_2$ der Propionsäure, in der letzteren an der Stelle von 1 H-atom in $CH_3$ befindet. Man hat die Stellung des Hydroxyls in der Aethylidenmilchsäure auch als $\alpha$-Stellung, die in der Aethylenmilchsäure als $\beta$-Stellung resp. die erstere Säure als $\alpha$-Hydroxy- die letztere als $\beta$-Hydroxypropionsäure bezeichnet:



α-Hydroxypropions Aethylidenmilchsäure) β-Hydroxypropionsäure (Aethylenmilchsäure)

Ist nun noch 1 H-atom in einer der beiden Säuren durch Phenyl ersetzt so resultiren die Phenylmilchsäuren. Wie man leicht sieht, sind deren 4 metamere denkbar, je nachdem 1 H-atom am Endkohlenstoffatom, oder am mittleren durch Phenyl substituirt ist.

Drei von diesen Säuren sind bisher schon bekannt gewesen. In zwei derselben, der Tropasäure und der Atrolactinsäure befindet sich das Phenyl am mittleren Kohlenstoffatom. In der dritten der sog. Glaser'schen Phenylmilchsäure vertritt das Phenyl 1 H-atom am Endkohlenstoffatom und zwar wie Glaser, Fittig und andere Chemiker angenommen haben am Endkohlenstoffatom der α-Hydroxypropionsäure. Man dachte sich daher allgemein die Constitution dieser Säure so:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

Ich habe nun vor einiger Zeit[1], auf Grund früherer und neuerer Beobachtungen die Ansicht ausgesprochen, dass der Glaser'schen Phenylmilchsäure die Constitution:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

1) Berl. Ber. 12.

zukomme, dass sie also nicht Phenyl α- sondern Phenylβ-hydroxypropiansäure sei. Gleichzeitig versprach ich die α-Säure aus Phenyläthylaldehyd und Blausäure mit Salzsäure darzustellen. Es ist mir nun in der That gelungen diese Säure in der angegebenen Weise zu gewinnen.

Der Schmelzpunkt der aus Wasser krystallisirten Säure liegt bei 97 bis 98° also etwa 4—5° höher, als der der Glaser'schen Säure. In Wasser ist sie schwerer löslich, als letztgenannte, ebenso verhält es sich mit der Löslichkeit der Zinksalze der beiden Säuren.

Da man nun immerhin noch sagen konnte, die von mir dargestellte Säure unterscheide sich von der Glaser'schen nur in der Weise wie die Gährungsmilchsäure von der Fleischmilchsäure, so habe ich die beiden Phenylmilchsäuren nebeneinander mit verdünnter Schwefelsäure in zugeschmolzenen Röhren erhitzt. Bei der Temperatur des siedenden Wasserbads wurde die Glaser'sche Säure nach kurzer Zeit zersetzt, während meine Säure auch nach tagelangem Erhitzen im Wasserbad keinerlei Veränderung zeigte. Die Zersetzungsproducte der ersteren bestanden der Hauptsache nach aus Zimmtsäure, einer geringen Menge von Styrol, etwas von der Styrolzimmtsäure von Fittig und Erdmann[1]) und entsprechend diesen beiden letzteren Substanzen etwas $CO_2$. Meine Säure fing erst bei 130° an zersetzt zu werden und zwar wurde sie wie ich erwartet hatte in Phenyläthylaldehyd und Ameisensäure gespalten. Erhitzt man sie mit verdünnter Schwefelsäure auf 200° so bildet sich CO, $SO_2$ und ein Condensationsproduct des Phenyläthylaldehyds von der Zusammensetzung $C_{24}H_{20}O_2$[2]) das in seideglänzenden Blättchen krystallisirt und bei etwa 102° schmilzt.

1) Berl. Ber. 12. 1739.

2) Die Constitution desselben lässt sich vielleicht durch die Formel

Wäre die Glaser'sche Säure von der meinigen nur wie Fleischmilchsäure von Gährungsmilchsäure verschieden, so hätte sie wie die meinige als Zersetzungsproducte Aldehyd und Ameisensäure liefern müssen. Da sie aber statt dessen mit gleicher Leichtigkeit wie die Hydracrylsäure Wasserbestandtheile abgiebt und in Phenylacrylsäure übergeht, so bleibt kaum mehr ein Zweifel, dass sie so constituirt ist, wie ich es angenommen habe, dass sie in der That Phenyl-βhydroxypropionsäure ist, welche zu der von mir dargestellten Säure in derselben Beziehung steht, wie die Hydracrylsäure zur Gärungsmilchsäure.

Wenn sich nun in der Glaser'schen Phenylmilchsäure das Hydroxyl in der β-Stellung befindet, so muss nach den Beobachtungen von Glaser einerseits und von Fittig andererseits in den Halogenwasserstoffadditionsproducten der Zimmtsäure das Halogenatom ebenfalls die β Stellung einnehmen[1]). Es lässt sich dann auch, wie Fittig selbst zugiebt, die Bildung des Styrols aus Phenylβhalogenpropionsäure beim Behandeln mit kohlensaurem Natrium leichter

$$
\begin{array}{ccc}
 & C_6H_5 & \\
 & | & \\
 & CH & \\
 & \| & \\
 & C & \\
 / & & \backslash \\
CO & & CO \\
| & & | \\
CH_2 & & CH_2 \\
| & & | \\
C_6H_5 & & C_6H_5
\end{array}
$$

ausdrücken.

1) Ich halte es für unzweifelhaft, dass alle Halogenwasserstoffadditionsproducte von sog. ungesättigten Säuren, welche der Zimmtsäure resp. der Acrylsäure ähnlich constituirt sind, das Halogenatom in der β-Stellung enthalten. So ist auch wie aus Versuchen hervorgeht, die Herr Marx in meinem Laboratorium angestellt hat der Jodwasserstoffadditionsproduct der Crotonsäure nicht wie Hemilian angiebt, α- sondern β-Jodbuttersäure.

verstehen, als nach der Annahme von Fittig. Das anfangs entstehende Natriumsalz der Phenyl$\beta$halogenpropionsäure erleidet durch die grosse Verwandtschaft des Halogens zum Natrium eine innere Zersetzung:

$$\begin{array}{l} C_6H_5-CHBr-CH_2 \\ \qquad\qquad\qquad\;\; | \\ \quad NaO-CO \end{array} = \begin{array}{c} Br \\ | \\ Na \end{array} + \begin{array}{l} C_6H_5-CH-CH_2 \\ \qquad\quad \diagdown \quad | \\ \qquad\qquad O-CO \end{array}$$

Das so gebildete innere Esteranhydrid ist aber nicht existenzfähig, es spaltet sich in Styrol $C_6H_5-CH{=}CH_2$ und $CO_2$, wie leicht zu sehen ist. Es scheint mir, dass solche innere Anhydride überhaupt erst dann existenzfähig sind, wenn sie mindestens die Gruppe

$$\begin{array}{ccc} & C & \\ \diagup & & \diagdown \\ C & & C \\ | & & | \\ O & - & CO \end{array}$$

enthalten, welche bekanntlich auch in den Anhydriden der Bernsteinsäure und deren kohlenstoffreicheren Analogen, dann in dem Phtalsäureanhydrid, den Phtaleïnen etc. vorhanden ist. Ich glaube desshalb auch nicht, dass die Terebinsäure so constituirt ist, wie es Fittig annimmt, sondern so:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \end{array}\!\!>C-CH_2-CH-COOH \\ \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ \qquad\quad O\text{———}CO$$

und ich denke mir alle derartigen inneren Esteranhydride, wenn sie keinen doppelt gebundenen Kohlenstoff enthalten, in ähnlicher Weise constituirt.

Zum Schluss möchte ich noch mittheilen, dass Herr Lipp in meinem Laboratorium damit beschäftigt ist, die Phenylaethylidenmilchsäure (Phenyl$\alpha$hydroxypropionsäure) noch in der Art darzustellen, dass er Phenylacetylcyanür in das Amid

**der Phenylpyrotraubensäure und in diese selbst überführt und diese dann mit Wasserstoff verbindet wie es folgende Formeln ausdrücken:**

$$C_6H_5-CH_2-CO-CN+H_2O=C_6H_5=CH_2-CO-CONH_2$$
$$+H_2O=C_6H_5-CH_2-CO-COONH_4$$

$$C_6H_5-CH_2-CO-COOH+H_2=C_6H_5-CH_2-CHOH-COOH.$$

Herr v. Nägeli spricht:

„Ueber Wärmetönung bei Fermentwirkungen."

In der „Theorie der Gärung" habe ich die Wirkung der (unorganisirten) Fermente und der (organisirten) Hefenpilze mit einander verglichen und im Gegensatze zu den herrschenden Ansichten gezeigt, dass zwischen beiden Processen nicht Uebereinstimmung, sondern gerade in den massgebenden Eigenschaften eine charakteristische Verschiedenheit besteht. Unter den Momenten, welche diese Verschiedenheit bedingen, betrifft eines die Wärmetönung, indem bei dem einzigen Gärprocess, den wir genau kennen, nämlich bei der Alkoholgärung, sicher Wärme frei, bei dem einzigen Process der Fermentwirkung, den wir etwas genauer kennen, nämlich bei der Invertirung des Rohrzuckers, höchst wahrscheinlich Wärme aufgenommen wird.

Gegen diese Theorie hat sich A. Kunkel[1]) ausgesprochen. Nach seiner Darlegung würde bei der Invertirung des Rohrzuckers (durch Invertin oder Schwefelsäure) nicht Wärme aufgenommen, sondern abgegeben, und es würde somit die Wärmetönung bei der Fermentwirkung die nämliche sein wie bei der Gärwirkung.[2]) Doch muss ich, auch nach dieser Darlegung, für meine Theorie noch den näm-

1) Ueber Wärmetönung bei den Fermentationen in Pflüger's Archiv f. Phys. Bd. XX, S. 509.

2) Bezüglich der Terminologie habe ich in der „Theorie der Gärung" bereits bemerkt, dass ich Fermentwirkung nur als Concession an den jetzt allgemein gewordenen Sprachgebrauch im Gegensatz zu Gär-

scheint; mein dermaliges Interesse gilt bloss der in Absatz (7) des eben genannten Briefs erwähnten Relation

$$\left(\frac{p}{p_u}\right)^{\frac{1}{6}} = \frac{H-h}{H} = 1 - \frac{h}{H} \qquad (\lambda)$$

welche vollständig mit meiner Formel 59a (Seite 110 meiner Beobachtungen)

$$\left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \frac{h'}{h} = \frac{h-z}{h} = 1 - \frac{z}{h} \qquad (59^a)$$

übereinstimmt, da p in $(\lambda) = p'$ in $(59^a)$, $p_u$ in $(\lambda) =$ p in $(59^a)$, H in $(\lambda) =$ h in $(59^a)$ und h in $(\lambda) =$ z in $(59^a)$ ist.

Im vierten Abschnitte (Seite 19 seiner Schrift) stellt Herr S. den Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck durch die Gleichung dar

$$\frac{p_o}{p_u} = \left(\frac{1+\alpha t_o}{1+\alpha t_u}\right)^6 = \left(\frac{T_o}{T_u}\right)^6$$

welche besagt dass die Drücke in zwei verschieden hohen Punkten der Atmosphäre sich wie die sechsten Potenzen der absoluten Temperaturen verhalten. Genau dasselbe drückt aber meine schon oft angeführte Relation $(59^a)$ aus welche in Bezug auf Temperatur und Druck lautet:

$$\frac{p'}{p} = \left(\frac{1+\alpha t'}{1+\alpha t}\right)^6 = \left(\frac{\Theta'}{\Theta}\right)^6$$

und worin mit Rücksicht auf die vorausgehende Formel $p' = p_o$, $p = p_u$, $\Theta' = T_o$, $\Theta = T_u$ ist.

Ueber die Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen erstrecken sich die Betrachtungen des Herrn Haupt Schlemüller nicht; die Ausdrücke für die Dichtigkeit der Luft an zwei ungleich hoch gelegenen Punkten, die wir unten $D_u$ und oben $D_o$ nennen wollen, sind aber nur eine einfache mathematische Folge aus den bereits mitgetheilten Schle-

müllerschen Gleichungen und bekannten physicalischen Gesetzen. Hienach ist nämlich

$$\frac{D_o}{D_u} = \frac{p_o (1 + \alpha t_u)}{p_u (1 + \alpha t_o)} = \left(\frac{T_o}{T_u}\right)^5$$

während meine Formel 59ᵃ in Bezug auf Dichtigkeit und Temperatur die Gleichung enthält:

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \frac{p' (1 + \alpha t)}{p (1 + \alpha t')} = \left(\frac{\Theta'}{\Theta}\right)^5$$

welche mit der vorstehenden aus den Entwickelungen des Herrn S. mit logischer Strenge folgenden vollständig übereinstimmt, da in der letzten Formel $\varrho$, $\varrho'$, $\Theta$, $\Theta'$ genau dieselbe Bedeutung haben wie $D_u$, $D_o$, $T_u$, $T_o$ in der ersten.

Fassen wir alle hier behandelten Fälle zusammen, so findet Herr Hauptmann Schlemüller auf Grund der dynamischen Gastheorie 1879 genau dieselben Relationen

$$\frac{T_o}{T_u} = \left(\frac{p_o}{p_u}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{D_o}{D_u}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{H'}{H}$$

welche ich schon 1862, also 17 Jahre früher, unter folgender Bezeichnung veröffentlicht habe:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{h'}{h}$$

Meine Aufstellungen beruhen zwar, wie schon erwähnt, auch auf theoretischen Entwickelungen, aber diese betreten nicht das Gebiet der Hypothesen, in dem sich die Grundformel des Herrn Hauptmann Schlemüller, nämlich die von ihm „richtig gestellte" Moleculargeschwindigkeit V zur Zeit noch befindet. Ich musste die Constanten meiner Relationen aus zahlreichen und guten Beobachtungen ableiten, weil ich sie nicht aus einer hypothetischen Geschwindigkeitsformel ableiten wollte. Ich habe somit genau das Verfahren eingehalten welches man in den exacten Wissenschaften zu befolgen pflegt, wenn man das Gesetzmässige in vielfach beobachteten Erscheinungen aufsucht. Ueberdies sind meine

Relationen auch noch weiter an der Erfahrung geprüft worden, indem erstens die von mir aus der Relation

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \left(\frac{h'}{h}\right)^5 = \left(1 - \frac{x}{h}\right)^5 = \left(1 - y\right)^5$$

berechneten mittleren astronomischen Refractionen genau mit den von Bessel festgestellten beobachteten Werten derselben übereinstimmen (Astron. Nachrichten 1864, Bd 62, S. 235), und zweitens befolgt die von der Russischen Vermessungskammer am Kaukasus beobachtete Abnahme des Coefficienten der Strahlenberechnung genau das von mir bewiesene Gesetz, dass sich unter sonst gleichen Umständen die zwei ungleich hoch gelegenen Beobachtungsorten zukommenden Refractionscoefficienten nahezu wie die vierten Potenzen der über diesen Orten verbleibenden Atmosphärenhöhen verhalten (Astron. Nachrichten 1866, Bd 61, S. ›88). Trotz aller dieser Uebereinstimmungen kam es mir aber doch nie in den Sinn meine „Aufstellungen über die physicalische Constitution der Atmosphäre" für den genauen Ausdruck der in dieser wirksamen Naturgesetze auszugeben; ich hielt sie stets nur für der Wahrheit möglichst nahe kommende Ausdrücke, die aber allerdings in gewissen Fällen, wo die Abhängigkeit des Zustands der Atmosphäre von der Höhe des Orts nicht in aller Strenge bekannt zu sein braucht, wie z. B. bei der atmosphärischen Strahlenbrechung die Dichtigkeitsänderung, ein Naturgesetz vollständig vertreten können. Aus dieser Beschränkung meiner Aufstellungen und aus der Art ihres Beweises erklärt es sich wohl auch, warum dieselben Eingang in der wissenschaftlichen Welt und nirgends Widerspruch gefunden haben, was nach der eigenen Aussage des Herrn Hauptmann Schlemüller (in Absatz 4 seines Briefs) mit dessen Bearbeitung des gleichen Gegenstands auf Grund der dynamischen Gastheorie, obgleich die meisten Schlussergebnisse mit den meinigen übereinstimmen, nicht der Fall ist.

---

Herr Erlenmeyer spricht:

## Ueber Phenylmilchsäuren.

Ausser den beiden bezüglich ihrer Constitution genau gekannten Milchsäuren — der Aethyliden- oder Gährungsmilchsäure und der Aethylenmilchsäure oder Hydracrylsäure giebt es bekanntlich noch eine dritte Milchsäure, welche im Fleischsaft enthalten ist und daher Fleischmilchsäure oder wohl auch Paramilchsäure genannt wurde. Wiewohl die Salze der letzteren verschieden sind von den entsprechenden Salzen der beiden anderen Säuren so liefert sie doch mit $PCl_5$ dasselbe Chlorür wie die Aethylidenmilchsäure und zersetzt sich auch wie diese beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure in Aethylaldehyd und Ameisensäure, man hält sie desshalb für physikalisch isomer mit der Aethylidenmilchsäure.

Die Aethyliden- und die Aethylenmilchsäure sind Hydroxypropionsäuren, die sich derart von einander unterscheiden, dass sich in der ersteren das Hydroxyl an der Stelle von 1 H-atom in dem $CH_2$ der Propionsäure, in der letzteren an der Stelle von 1 H-atom in $CH_3$ befindet. Man hat die Stellung des Hydroxyls in der Aethylidenmilchsäure auch als $\alpha$-Stellung, die in der Aethylenmilchsäure als $\beta$-Stellung resp. die erstere Säure als $\alpha$-Hydroxy- die letztere als $\beta$-Hydroxypropionsäure bezeichnet:

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH_2\,OH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

α-Hydroxypropions Aethylidenmilchsäure) — β-Hydroxypropionsäure (Aethylenmilchsäure)

Ist nun noch 1 H-atom in einer der beiden Säuren durch Phenyl ersetzt so resultiren die Phenylmilchsäuren. Wie man leicht sieht, sind deren 4 metamere denkbar, je nachdem 1 H-atom am Endkohlenstoffatom, oder am mittleren durch Phenyl substituirt ist.

Drei von diesen Säuren sind bisher schon bekannt gewesen. In zwei derselben, der Tropasäure und der Atrolactinsäure befindet sich das Phenyl am mittleren Kohlenstoffatom. In der dritten der sog. Glaser'schen Phenylmilchsäure vertritt das Phenyl 1 H-atom am Endkohlenstoffatom und zwar wie Glaser, Fittig und andere Chemiker angenommen haben am Endkohlenstoffatom der α-Hydroxypropionsäure. Man dachte sich daher allgemein die Constitution dieser Säure so:

$$\begin{array}{c} C_6\,H_5 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

Ich habe nun vor einiger Zeit[1]) auf Grund früherer und neuerer Beobachtungen die Ansicht ausgesprochen, dass der Glaser'schen Phenylmilchsäure die Constitution:

$$\begin{array}{c} C_6\,H_5 \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

1) Berl. Ber. 12.

zukomme, dass sie also nicht Phenyl α- sondern Phenylβ-hydroxypropiansäure sei. Gleichzeitig versprach ich die α-Säure aus Phenyläthylaldehyd und Blausäure mit Salzsäure darzustellen. Es ist mir nun in der That gelungen diese Säure in der angegebenen Weise zu gewinnen.

Der Schmelzpunkt der aus Wasser krystallisirten Säure liegt bei 97 bis 98° also etwa 4—5° höher, als der der Glaser'schen Säure. In Wasser ist sie schwerer löslich, als letztgenannte, ebenso verhält es sich mit der Löslichkeit der Zinksalze der beiden Säuren.

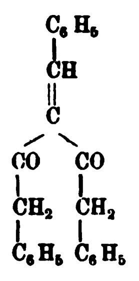
Da man nun immerhin noch sagen konnte, die von mir dargestellte Säure unterscheide sich von der Glaser'schen nur in der Weise wie die Gährungsmilchsäure von der Fleischmilchsäure, so habe ich die beiden Phenylmilchsäuren nebeneinander mit verdünnter Schwefelsäure in zugeschmolzenen Röhren erhitzt. Bei der Temperatur des siedenden Wasserbads wurde die Glaser'sche Säure nach kurzer Zeit zersetzt, während meine Säure auch nach tagelangem Erhitzen im Wasserbad keinerlei Veränderung zeigte. Die Zersetzungsproducte der ersteren bestanden der Hauptsache nach aus Zimmtsäure, einer geringen Menge von Styrol, etwas von der Styrolzimmtsäure von Fittig und Erdmann[1]) und entsprechend diesen beiden letzteren Substanzen etwas $CO_2$. Meine Säure fing erst bei 130° an zersetzt zu werden und zwar wurde sie wie ich erwartet hatte in Phenyläthylaldehyd und Ameisensäure gespalten. Erhitzt man sie mit verdünnter Schwefelsäure auf 200° so bildet sich CO, $SO_2$ und ein Condensationsproduct des Phenyläthylaldehyds von der Zusammensetzung $C_{24}H_{20}O_2$[2]) das in seideglänzenden Blättchen krystallisirt und bei etwa 102° schmilzt.

1) Berl. Ber. 12. 1739.

2) Die Constitution desselben lässt sich vielleicht durch die Formel

Wäre die Glaser'sche Säure von der meinigen nur wie Fleischmilchsäure von Gährungsmilchsäure verschieden, so hätte sie wie die meinige als Zersetzungsproducte Aldehyd und Ameisensäure liefern müssen. Da sie aber statt dessen mit gleicher Leichtigkeit wie die Hydracrylsäure Wasserbestandtheile abgiebt und in Phenylacrylsäure übergeht, so bleibt kaum mehr ein Zweifel, dass sie so constituirt ist, wie ich es angenommen habe, dass sie in der That Phenyl-$\beta$hydroxypropionsäure ist, welche zu der von mir dargestellten Säure in derselben Beziehung steht, wie die Hydracrylsäure zur Gärungsmilchsäure.

Wenn sich nun in der Glaser'schen Phenylmilchsäure das Hydroxyl in der $\beta$-Stellung befindet, so muss nach den Beobachtungen von Glaser einerseits und von Fittig andererseits in den Halogenwasserstoffadditionsproducten der Zimmtsäure das Halogenatom ebenfalls die $\beta$ Stellung einnehmen[1]). Es lässt sich dann auch, wie Fittig selbst zugiebt, die Bildung des Styrols aus Phenyl$\beta$halogenpropionsäure beim Behandeln mit kohlensaurem Natrium leichter




ausdrücken.

1) Ich halte es für unzweifelhaft, dass alle Halogenwasserstoffadditionsproducte von sog. ungesättigten Säuren, welche der Zimmtsäure resp. der Acrylsäure ähnlich constituirt sind, das Halogenatom in der $\beta$-Stellung enthalten. So ist auch wie aus Versuchen hervorgeht, die Herr Marx in meinem Laboratorium angestellt hat der Jodwasserstoffadditionsproduct der Crotonsäure nicht wie Hemilian angiebt, $\alpha$- sondern $\beta$-Jodbuttersäure.

verstehen, als nach der Annahme von Fittig. Das anfangs entstehende Natriumsalz der Phenyl$\beta$halogenpropionsäure erleidet durch die grosse Verwandtschaft des Halogens zum Natrium eine innere Zersetzung:

$$\begin{array}{l} C_6H_5-CHBr-CH_2 \\ \qquad\quad | \\ NaO-CO \end{array} = \begin{array}{c} Br \\ | \\ Na \end{array} + \begin{array}{l} C_6H_5-CH-CH_2 \\ \qquad\quad \diagdown \quad | \\ \qquad\quad O-CO \end{array}$$

Das so gebildete innere Esteranhydrid ist aber nicht existenzfähig, es spaltet sich in Styrol $C_6H_5-CH{=}CH_2$ und $CO_2$, wie leicht zu sehen ist. Es scheint mir, dass solche innere Anhydride überhaupt erst dann existenzfähig sind, wenn sie mindestens die Gruppe

$$\begin{array}{c} C \\ \diagup \quad \diagdown \\ C \qquad C \\ | \qquad | \\ O - CO \end{array}$$

enthalten, welche bekanntlich auch in den Anhydriden der Bernsteinsäure und deren kohlenstoffreicheren Analogen, dann in dem Phtalsäureanhydrid, den Phtaleïnen etc. vorhanden ist. Ich glaube desshalb auch nicht, dass die Terebinsäure so constituirt ist, wie es Fittig annimmt, sondern so:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \end{array}\!\!>C-CH_2-CH-COOH \\ \qquad\quad | \qquad\qquad | \\ \qquad\quad O\text{———}CO$$

und ich denke mir alle derartigen inneren Esteranhydride, wenn sie keinen doppelt gebundenen Kohlenstoff enthalten, in ähnlicher Weise constituirt.

Zum Schluss möchte ich noch mittheilen, dass Herr Lipp in meinem Laboratorium damit beschäftigt ist, die Phenylaethylidenmilchsäure (Phenyl$\alpha$hydroxypropionsäure) noch in der Art darzustellen, dass er Phenylacetylcyanür in das Amid

der Phenylpyrotraubensäure und in diese selbst überführt und diese dann mit Wasserstoff verbindet wie es folgende Formeln ausdrücken:

$$C_6H_5{-}CH_2{-}CO{-}CN + H_2O = C_6H_5 = CH_2{-}CO{-}CONH_2$$
$$+ H_2O = C_6H_5{-}CH_2{-}CO{-}COONH_4$$

$$C_6H_5{-}CH_2{-}CO{-}COOH + H_2 = C_6H_5{-}CH_2{-}CHOH{-}COOH.$$

---

Herr v. Nägeli spricht:

„Ueber Wärmetönung bei Fermentwirkungen."

In der „Theorie der Gärung" habe ich die Wirkung der (unorganisirten) Fermente und der (organisirten) Hefenpilze mit einander verglichen und im Gegensatze zu den herrschenden Ansichten gezeigt, dass zwischen beiden Processen nicht Uebereinstimmung, sondern gerade in den massgebenden Eigenschaften eine charakteristische Verschiedenheit besteht. Unter den Momenten, welche diese Verschiedenheit bedingen, betrifft eines die Wärmetönung, indem bei dem einzigen Gärprocess, den wir genau kennen, nämlich bei der Alkoholgärung, sicher Wärme frei, bei dem einzigen Process der Fermentwirkung, den wir etwas genauer kennen, nämlich bei der Invertirung des Rohrzuckers, höchst wahrscheinlich Wärme aufgenommen wird.

Gegen diese Theorie hat sich A. Kunkel[1]) ausgesprochen. Nach seiner Darlegung würde bei der Invertirung des Rohrzuckers (durch Invertin oder Schwefelsäure) nicht Wärme aufgenommen, sondern abgegeben, und es würde somit die Wärmetönung bei der Fermentwirkung die nämliche sein wie bei der Gärwirkung.[2]) Doch muss ich, auch nach dieser Darlegung, für meine Theorie noch den näm-

---

1) Ueber Wärmetönung bei den Fermentationen in Pflüger's Archiv f. Phys. Bd. XX, S. 509.

2) Bezüglich der Terminologie habe ich in der „Theorie der Gärung" bereits bemerkt, dass ich Fermentwirkung nur als Concession an den jetzt allgemein gewordenen Sprachgebrauch im Gegensatz zu Gär-

lichen Grad von Wahrscheinlichkeit in Anspruch nehmen wie früher.

Als ersten Grund führte ich die Verbrennungswärmen von Rohrzucker und Traubenzucker an, wie sie von Frankland angegeben worden waren. Zunächst ergreife ich diese Gelegenheit zu einer Berichtigung von Zahlen. Aus den Berechnungen für die zwei bekannten Traubenzuckerarten, den hartkrystallisirten mit der Formel $(C_6 H_{12} O_6) 2 + H_2 O$ und den gewöhnlichen mit der Formel $C_6 H_{12} O_6 + H_2 O$ ist die den ersteren betreffende Zahl 1,1053 aus Versehen statt der Zahl des letzteren 1,1579 in die Abhandlung aufgenommen worden. Die betreffende Stelle muss, da Frankland unzweifelhaft gewöhnlichen Traubenzucker untersuchte, demnach folgender Massen lauten.

Nach Frankland werden bei der Verbrennung von 1 g Rohrzucker 3348, bei der Verbrennung von 1 g Traubenzucker (krystall.) 3277 Cal. frei. 1 g Rohrzucker entspricht 1,1579 krystall. Traubenzucker; letztere aber liefern beim Verbrennen 3794 Cal. Also nimmt der Rohrzucker bei der Invertirung durch Fermente, insofern wir den Invertzucker in dieser Beziehung dem Traubenzucker gleichsetzen dürfen, Wärme auf und zwar im Verhältniss von 3348 zu 3794 oder von 100 zu 113,3.

Die Differenz zwischen den beiden Verbrennungswärmen ist also noch grösser, als ich sie angegeben hatte, nämlich 13,3 statt 8 Proc. Gegen meine Berechnung macht Kunkel geltend, dass die Frankland'schen Zahlen nicht den Grad

---

oder Hefenwirkung gebrauche, und dass der richtige Name für die sog. „unorganisirten Fermente" eigentlich „organische Contactsubstanzen" wäre. Aber noch weniger zweckmässig würde mir scheinen, für die Umsetzung durch unorganisirte Fermente mit Kunkel „Fermentation" zu sagen, weil dieser Ausdruck schon im Lateinischen, besonders aber in den neueren Sprachen (französisch, italienisch, englisch etc.) Gärung durch Hefe bedeutet.

von Genauigkeit und Zuverlässigkeit besitzen, um einen solch subtilen Schluss darauf zu stützen, indem die Zahlen für die Verbrennungswärme von Rohrzucker und Traubenzucker 3347 und 3277 nur um 2,1 Proz. des ganzen Werthes von einander abweichen.

Hiegegen ist zuvörderst bezüglich der Berechnung zu erwidern, dass, wenn wir aus der Verbrennungswärme auf die Menge der gebundenen Wärme schliessen wollen, doch nicht gleiche, sondern nur äquivalente Gewichtsmengen der beiden Zuckerarten verglichen werden dürfen und dass die Differenz der Verbrennungswärmen, auf den Traubenzucker bezogen, daher nicht 2,1 Proz. mit negativem Vorzeichen, sondern 13,3 Proz. mit positivem Vorzeichen beträgt. Nicht 1 g sondern 1,1579 g krystallisirter Traubenzucker erfordern zur Verbrennung die gleiche Menge Sauerstoff und geben die gleichen Verbrennungsmengen von Kohlensäure und Wasser wie 1 g Rohrzucker. Die auf diese Weise sich ergebende Differenz von + 13,3 Proz. in den Verbrennungswärmen wird aber noch durch zwei Umstände vergrössert, nämlich durch das Krystallwasser und das hygroskopische Wasser.

Da Frankland krystallisirten Traubenzucker verwendete, so erhielt er um so viel weniger Wärme als bei der Krystallisation frei geworden war; denn die Verbrennungswärme von wasserfreiem Traubenzucker ist gleich der Verbrennungswärme einer äquivalenten Menge von krystallisirtem Traubenzucker, weniger die Krystallisationswärme. — Da ferner die beiden Zuckerarten Frankland's nicht getrocknet waren, so musste die Verbrennungswärme des Traubenzuckers verhältnissmässig geringer ausfallen; denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass derselbe mehr hygroskopisches Wasser enthielt als der Rohrzucker.

Der beträchtliche Unterschied in der gebundenen Wärme der beiden Zuckerarten, der aus den Frankland'schen

Resultaten sich ergiebt, scheint mir doch nicht so ohne Weiteres vernachlässigt werden zu dürfen. Ich würde zwar Anstand genommen haben, jene Resultate gegenüber einer bestimmten gegentheiligen Thatsache als Beweis anzuführen. Sie mussten aber einiges Gewicht in die Wagschale legen, da für die Meinung, dass bei der Fermentwirkung Wärme frei werde, gar kein thatsächlicher Grund vorhanden war, indem die einzig angesprochene Analogie der unorganisirten Fermente mit den Hefenzellen offenbar als nicht zutreffend erschien. Und wenn auch die Methode, deren sich Frankland bediente, wie er selber sagt, weniger genau ist, als die gewöhnlich angewendeten calorimetrischen Methoden, so hat er doch alle erforderlichen Correcturen angebracht und nach seiner Meinung dadurch die Ergebnisse für gewisse Zwecke hinreichend brauchbar gemacht.[1]) Wenn also auf der einen Seite gar nichts für Wärmeabgabe spricht, auf der andern Seite aber eine Angabe von einem kundigen und umsichtigen Beobachter vorliegt, welche die Wärmeaufnahme darthut, so verlangt die Logik, die letztere als wahrscheinlich anzunehmen, bis das Gegentheil nahegelegt oder nachgewiesen wird.[2])

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Traubenzucker eine grössere Menge von gebundener Wärme enthalte als der Rohrzucker, wurde für mich sehr bedeutend erhöht und

---

1) In der von Kunkel citirten betreffenden Stelle aus der Abhandlung Frankland's sind die nicht unwichtigen Worte „with the corrections described below" weggeblieben.

2) In der jüngsten Zeit sind Verbrennungswärmen von Rohrzucker durch Stohmann bekannt geworden, welche merklich höhere Ziffern darstellen als die Frankland'schen Resultate. Sie können aber nicht verwerthet werden, so lange nicht Traubenzucker oder Invertzucker nach der nämlichen Methode untersucht ist. Bis dahin behalten die Frankland'schen Zahlen ihren wahrscheinlichen Werth, da sie für die beiden Zuckerarten auf die nämliche Weise gewonnen wurden und daher wohl auch mit den gleichen Fehlerquellen behaftet sind.

nahezu zur Gewissheit erhoben durch die Vergleichung der spezifischen Gewichte und der Molecularvolumina. Leider ist das spezifische Gewicht des wasserfreien Traubenzuckers nicht ermittelt. Indessen reicht die Betrachtung, welche sich an das spezifische Gewicht des krystallisirten Traubenzuckers knüpfen lässt, für die vorliegende Frage vollkommen aus. Die spezifischen Volumina (Volumen der Gewichtseinheit Wasser = 1) oder auch die Molecular-Volumina des Traubenzuckers und der äquivalenten Menge Rohrzucker + Wasser verhalten sich wie 106:100 oder 107:100, je nach den Werthen, die man für die spezifischen Gewichte von Rohrzucker und Traubenzucker annimmt. Würde also der Rohrzucker bei der Invertirung vollständig in krystallisirten Traubenzucker übergehen, so müsste er sammt der zugehörigen Menge Wasser sich um 6 bis 7 Proz. ausdehnen. Jedenfalls gilt dies für die eine Hälfte des Rohrzuckers, die zu Traubenzucker wird, und von der andern Hälfte, die zu Levulose wird, darf man mit Wahrscheinlichkeit eine analoge Volumenzunahme erwarten.[1])

Nun ist es zwar, wie Kunkel richtig bemerkt, bis jetzt den Physikern nicht gelungen, durchgehende gesetzmässige Beziehungen des Molecularvolumens fester Verbindungen zu begründen. Allein um diese allgemeine Frage handelt es sich hier eigentlich nicht, sondern nur darum, ob bei einer chemischen Umsetzung fester Verbindungen die Aenderung des Volumens mit einer gleichsinnigen Aenderung der gebundenen Wärme zusammentreffe und inwiefern Ausnahmen

1) Der Milchzucker, welcher in analoger Weise wie der Rohrzucker in 2 isomere Verbindungen invertirt wird, nämlich in Dextrose (Traubenzucker) und Galactose, steht auch bezüglich des Volumens in einem gleichen Verhältniss zum Traubenzucker wie der Rohrzucker. Das Volumen von 1 Mol. krystallisirtem Milchzucker ($C_{12}$ $H_{24}$ $O_{12}$) + 2 Mol Wasser ($H_4$ $O_2$) verhält sich zum Volumen von 2 Mol. krystallisirtem Traubenzucker ($C_{12}$ $H_{28}$ $O_{14}$) wie 100 : 106,1.

von dieser Regel auftreten. Wie ich glaube, trifft beim Uebergang einer organischen Verbindung in eine andere von analoger Constitution und gleichem chemischen Charakter, wie dies bei den Umsetzungen der Zuckerarten und überhaupt der Kohlenhydrate der Fall ist, allgemein Volumenzunahme mit Wärmeaufnahme und Volumenverminderung mit Wärmeabgabe zusammen. Diese Regel hat aber keine Gültigkeit mehr, wenn die Constitution oder der chemische Charakter eine Aenderung erfährt, wie dies dann der Fall ist, wenn z. B. ein Alkohol oder ein Aldehyd in eine Säure übergeht.

Kunkel meint gewichtige Einwände gegen meine Ansicht machen zu können, indem er sagt, das Beispiel des Rohrzuckers zeige uns gerade, wie weit mit geringen Zustandsänderungen fester Körper das spezifische Gewicht variire; — dasselbe werde für den krystallisirten (Kandis-) Zucker sehr übereinstimmend zu 1,59, für den amorphen (Gersten-)Zucker zu 1,509 von Biot angegeben; — nun krystallisire der Traubenzucker mit Krystallwasser, der Rohrzucker ohne solches: auch das Krystallsystem, in dem beide krystallisiren, sei verschieden, — wie diese Umstände auf das spezifische Gewicht einwirken, sei uns vorderhand ganz unbekannt.

Ueber diese Dinge giebt indess die Physik, soweit es für die vorliegende Frage erforderlich ist, genügenden und für meine Theorie durchaus günstigen Aufschluss. Was den amorphen und krystallisirten Zustand betrifft, so kann nach den Beobachtungen von Berthelot beim Uebergang verschiedener Salze aus dem ersteren in den zweiten Wärme frei werden. Damit stimmt der Umstand, dass der amorphe Gerstenzucker ein geringeres spezifisches Gewicht, somit ein grösseres spezifisches Volumen besitzt als der krystallisirte Kandiszucker, vortrefflich überein. Es ist sicher, dass auch die Verbrennungswärme des ersteren, wenn einmal der Ver-

such gemacht wird, grösser ausfallen wird als die des zweiten.[1]) Uebereinstimmende Thatsachen sind ferner, dass dem Diamant unter den verschiedenen Formen, in denen der Kohlenstoff bekannt ist, das kleinste specifische Volumen und die geringste Verbrennungswärme zukommt, dass der krystallisirte Schwefel ein kleineres Volumen und eine geringere Verbrennungswärme hat als der amorphe, dass bei der isomeren Umwandlung des amorphen Siliciums in krystallisirtes Wärme frei wird u. s. w.

Damit soll nicht gesagt sein, dass der krystallisirte Zustand immer das kleinere Volumen und die kleinere Menge von gebundener Wärme darstelle. Es soll nur die Abhängigkeit der beiden Erscheinungen von einander gezeigt werden. Ebenso gut kann die amorphe Substanz, wenn sie krystallisirt, ihr Volumen und ihre Spannkraft vermehren. — Nicht anders wird es sich verhalten, wenn die nämliche Substanz in zwei verschiedenen Systemen krystallisirt. Alle Analogie weist darauf hin, dass auch in diesem Falle Aenderung des Volumens und der gebundenen Wärme im gleichen Sinne erfolgen, und dass etwa an eine spezifische Wirkung des Krystallsystems auf die Wärmetönung, ohne dass dieselbe eine entsprechende Aenderung des spezifischen Gewichtes zur Folge hätte, mit einiger Wahrscheinlichkeit nicht gedacht werden darf.

Was das Krystallwasser betrifft, so ist es wohl eine ausnahmslose Erscheinung, dass bei der Krystallisation die Verbindung sammt dem eintretenden Wasser sich unter Wärmeabgabe verdichtet. Diese Volumenabnahme beträgt bei verschiedenen unorganischen Salzen 12 bis 21 Proz. Sie muss auch bei der Krystallisation des Traubenzuckers eintreten. Wenn daher der letztere ein um 6 bis 7 Proz.

---

1) Diese Annahme wird auch durch den Umstand unterstützt, dass die Wärmecapacität des amorphen Rohrzuckers grösser ist als die des krystallisirten.

grösseres Volumen einnimmt als die äquivalente Menge von Rohrzucker + Wasser, so muss der Unterschied im Volumen zwischen wasserfreiem Traubenzucker und der entsprechenden Menge von Rohrzucker + Wasser noch beträchtlich grösser sein, und dürfte nach Analogie der wasserfreien und wasserhaltigen krystallisirten Salze nicht weniger als 12, wahrscheinlich aber 13 Proz. betragen, woraus um so sicherer auf eine grössere Menge von gebundener Wärme im Traubenzucker gegenüber dem Rohrzucker geschlossen werden darf.

Kunkel macht ferner gegen meine Theorie einen ganz allgemeinen Einwurf, mit dem er ihre physikalische Unhaltbarkeit darzuthun sucht. Da die Stelle nicht ganz klar ist, muss ich sie wörtlich anführen. Er sagt, nach meiner Ansicht wirke das Ferment als Contactsubstanz und „vermittle bloss die Uebertragung von Kraft; — es verwandle die freie Wärme des Mediums, in dem es sich befindet, in Bewegung seiner Molecüle und ihrer Theile und theile diese Spannkraft[1]) wieder den Molecülen der zu zerlegenden Verbindung mit" (dies sind meine eigenen Worte). Dann fährt er fort: „Nach dieser Definition wären die Fermente im Stande, durch ihre blosse Gegenwart freie

---

1) Kunkel beanstandet diesen Ausdruck mit (?). Es scheint ihm der Gedanke vorgeschwebt zu haben, eine Bewegung der Molecüle und ihrer Theile könne doch keine Spannkraft sein. Bekanntlich aber versteht man unter Spannkraft eines Körpers oder eines materiellen Systems, drei ihrer Natur nach wesentlich verschiedene Dinge, die jedoch wegen ihrer gleichartigen Wirkung unter den gleichen allgemeinen Begriff der Spannkraft zusammengefasst und der lebendigen Kraft gegenüber gestellt werden, 1) die anziehenden und abstossenden Kräfte, die zwischen dem Körper und andern Körpern bestehen, 2) die Spannungszustände seiner Theile und 3) die Bewegungszustände seiner Theile. Und gerade das Letztere bezeichnet man häufig als Spannkraft, wie z. B. die Spannkraft der Dämpfe beweist, welche ausschliesslich durch die Bewegung der Gasmolecüle zu Stande kommt. Die lebendige Kraft eines Theils stellt immer ein Moment in der Spannkraft des Ganzen dar.

Wärme in potentielle Energie zu verwandeln, und da eine bestimmte Fermentmenge eine geradezu unbegrenzte Wirkung ausübt, so hätten wir darnach im Fermente ein Mittel, in einer Lösung von etwa 30° C. (ohne Zuhilfenahme von Licht oder sonst einem entsprechenden mechanischen Aequivalent) freie Wärme in unbegrenzter Weise in Spannkraft zu verwandeln. Eine solche Auffassung widerspricht aber aller Erfahrung, die man über Energieänderung besitzt."

Ich weiss nicht recht, worin der Schwerpunkt dieser Kritik liegen und gegen welches physikalische Gesetz ich mich vergangen haben soll. Es möchte ja fast scheinen, als ob ich mich eines neuen Perpetuum mobile schuldig gemacht hätte. Daran ist so viel richtig, dass ich, wie aus meiner Darstellung klar hervorgeht, das katalytisch wirkende Molekül als eine kleine Maschine betrachte, welche von der umgebenden freien Wärme gleichsam geladen wird und ihre Kraft an die zu zerlegende Substanz abgiebt. Wenn daraus die Möglichkeit einer unbegrenzten Kraftübertragung gefolgert wird, so ist dies für die gleichen Voraussetzungen unbestreitbar. Wenn ein Gewehr immer wieder geladen wird, kann man es, so lange es sich nicht abnützt, immer wieder abschiessen; — und da ein Molekül von Schwefelsäure oder von Diastase, Pepsin u. dgl. sich nicht abnützt, so kann es auf unbegrenzte Dauer immer wieder in den wirkungsfähigen Zustand versetzt werden. Das hat aber die Fermentwirkung mit jeder physikalischen oder chemischen Aktion gemein, indem ein Vorgang, der einmal möglich ist, unter den gleichen Bedingungen immer von Neuem möglich ist.

Es wäre also noch die Frage, ob freie Wärme, ohne Zuhülfenahme von Licht oder einem andern mechanischen Aequivalent, in Spannkraft verwandelt werden kann, und hiefür giebt es ja eine Menge von Beispielen. Man denke an die Verdunstung, bei welcher Wärme in Spannkraft

der Dämpfe übergeht, — an jede Temperaturerhöhung eines Körpers, bei welcher freie Wärme gebunden wird (spezifische Wärme, Wärmecapacität), — an die Zersetzung durch erhöhte Temperatur, wobei freie Wärme zu chemischer Spannkraft wird, — so wie an alle andern Leistungen der Wärme. Ich könnte selbst die Vegetation der Pilze anführen, welche in vollständiger Dunkelheit leben und dabei von nicht gärfähigen Verbindungen (im natürlichen Zustande von humussaurem Ammoniak, bei künstlichen Versuchen von essigsaurem Ammoniak) sich nähren können, wobei jedenfalls die Bewegung, welche die freie Wärme verursacht, einen Theil der Arbeit übernimmt.

Fast möchte man glauben, dass der Kritik undeutlich das unter dem Namen der Entropie bekannte Gesetz der mechanischen Wärmetheorie vorgeschwebt hat, wonach die freie Wärme nie vollständig in mechanische Spannkraft zurückverwandelt werden kann. Selbstverständlich findet dieses Gesetz keine Anwendung auf den vorliegenden Fall, bei dem nur ein kleiner Theil der verfügbaren freien Wärme gebunden wird.

Nachdem Kunkel durch die bis jetzt besprochenen Ausstellungen gezeigt zu haben glaubt, dass meine Theorie von den Fermentwirkungen auf schwachen Füssen stehe, will er dieselbe durch Resultate eigener Versuche direkt widerlegen. Er versetzte Rohrzuckerlösungen mit aus Bierhefe gewonnenem Ferment, ferner mit Schwefelsäure, und beobachtete eine während der Invertirung eintretende Temperaturerhöhung, in Uebereinstimmung mit einer früheren Angabe von Graham, Hofmann und Redwood, dass in einer Rohrzuckerlösung vor dem Eintritt der Gärung eine vorübergehende deutliche Erhöhung des spezifischen Gewichtes stattfinde.

Diese zwar vorauszusehende, aber immerhin sehr dankenswerthe Beobachtung, dass eine sich invertirende

Rohrzuckerlösung Wärme entwickelt,[1]) hat mich zu der gegenwärtigen Erwiderung veranlasst, weil die scheinbare Widerlegung meiner Theorie durch eine Thatsache ohne genauere Berücksichtigung der mitwirkenden Ursachen leicht für eine begründete gehalten werden möchte.

Dass eine invertirende Rohrzuckerlösung sich verdichte und erwärme, liess sich zum Voraus mit grösster Wahrscheinlichkeit aus einer Vergleichung des spezifischen Gewichtes von Rohr- und Traubenzuckerlösungen erwarten,

1) Ich betrachte dies als Thatsache, weil schon die Verdichtung der Lösung eine Steigerung der Temperatur verlangt, während der experimentelle Beweis wegen eines schwachen Punktes nicht ohne Weiteres als vollgültig erscheint. Um zu zeigen, dass die Temperaturerhöhung nicht etwa auf allenfallsige Contraction beim Mischen der beiden Flüssigkeiten zurückzuführen sei, stellte Kunkel einen Kontrolversuch an, bei welchem die Schwefelsäure, statt mit Zuckerlösung, mit Wasser vermischt wurde.

Die Mischung von Schwefelsäure und Wasser ergab eine sofortige Temperaturerhöhung um mehr als 2° und dann eine 5 Minuten dauernde allmälige Abnahme der Temperatur. Wenn ein in gleicher Weise angestellter und damit zu vergleichender Versuch bei der Mischung von Schwefelsäure und Zuckerlösung ebenfalls eine sofortige Erwärmung und dann eine viel langsamere Abkühlung ergeben hätte, so könnte man mit grosser Wahrscheinlichkeit diese langsamere Abkühlung auf Rechnung einer vorhandenen Wärmequelle setzen. Nun aber trat beim Vermischen von Zuckerlösung und Säure nicht, wie man erwarten möchte, eine Erhöhung, sondern eine geringe Erniedrigung der Temperatur (um 0,07° C) ein; die Anfangstemperatur wurde nach 2 Minuten erreicht. Die Wärme stieg dann noch während 2 folgenden Minuten (im Maximum 0,09° C über die Anfangstemperatur) und verminderte sich nachher während 6—7 Minuten ganz allmälig.

Dieses auffallende Versuchsergebniss, namentlich das Ausbleiben einer anfänglichen Erwärmung hätte eine Klarlegung verdient, um den naheliegenden Einwurf zu entkräften, die Ursache der Verschiedenheit zwischen Zuckerlösung und Wasser bezüglich der Wärmetönung beruhe darin, dass die erstere sich langsamer mit Schwefelsäure vermische und die freie Wärme langsamer abgebe, als das letztere. Ich zweifle nicht daran, dass ein solcher Einwurf sich experimentell beseitigen liesse.

Dieselben besitzen nämlich nahezu das gleiche spezifische Gewicht, wenn gleiche Gewichtsmengen von Rohrzucker und von wasserfreiem Traubenzucker in Wasser gelöst sind. Vergleicht man aber, was für die vorliegende Frage allein zulässig ist, äquivalente Mengen mit einander, so besitzt die Traubenzuckerlösung wenigstens bis zu einem bestimmten Prozentgehalt stets eine grössere Dichtigkeit. In der folgenden Tabelle habe ich einige zur Vergleichung berechnete Werthe zusammengestellt; sie gründen sich auf die von Pohl für die beiden Zuckerarten gefundenen Werthe.

| Rohrzucker | | Traubenzucker | |
|---|---|---|---|
| Prozente an Zucker | Dichtigkeit der Lösung | Prozente an Zucker | Dichtigkeit der Lösung |
| 2 | 1,0080 | 2,10526 | 1,00855 |
| 5 | 1,0201 | 5,26316 | 1,02099 |
| 10 | 1,0405 | 10,52632 | 1,04255 |
| 15 | 1,0616 | 15,78947 | 1,06464 |
| 20 | 1,0838 | 21,05263 | 1,08719 |
| 25 | 1,1068 | 26,31579 | 1,10701 |

Die dritte Verticalcolumne enthält die Mengen von wasserfreiem Traubenzucker, welche den Rohrzuckermengen der ersten Verticalcolumne entsprechen. Die Differenzen der Lösungsdichtigkeit steigen bis zu einem Gehalt von 20 Proz. Rohrzucker, und nehmen bei einem Gehalt von 25 Proz. Rohrzucker sehr stark ab. Wenn dies nicht etwa, was aber sehr unwahrscheinlich ist, von fehlerhafter Angabe der betreffenden Zahlen des spezifischen Gewichtes herrührt, so dürfte bei noch grösserer Concentration der Lösung der Dichtigkeitsunterschied bald verschwinden und dann das entgegengesetzte Vorzeichen annehmen, so dass also eine 30 oder 35 prozentige Rohrzuckerlösung ein grösseres spezifisches Gewicht hätte als die entsprechende Traubenzuckerlösung. Diese Umkehrung würde sich leicht begreifen, da die Traubenzuckerlösung mit den entsprechenden Prozent-

gehalten bereits dem Sättigungspunkt entgegengeht, während die Rohrzuckerlösung noch weit davon entfernt ist.

Lösungen von Traubenzucker, die nicht über 26 Proz. wasserfreier Substanz enthalten, besitzen also ein grösseres spezifisches Gewicht als die äquivalenten Rohrzuckerlösungen, und wenn die letzteren in die ersteren übergehen könnten, so müsste in Folge der eintretenden Verdichtung Wärme frei werden. In Wirklichkeit geht bei der Invertirung nur die Hälfte Rohrzucker in Traubenzucker, die andere Hälfte in Levulose über. Ich habe als wahrscheinlich angenommen, dass die beiden Hälften des Invertzuckers in ihren physikalischen Eigenschaften sich ähnlich, wenigstens nicht sehr ungleich verhalten. Diese Annahme findet nun wenigstens in einem Punkte experimentelle Bestätigung, indem der Uebergang von Rohrzucker in Invertzucker sich bezüglich der Dichtigkeit der Lösung und der Wärmetönung so verhält, wie sich der Uebergang von Rohrzucker in Traubenzucker verhalten würde.

In welcher Beziehung steht nun aber die Thatsache, dass eine Rohrzuckerlösung bei der Invertirung sich verdichtet und erwärmt, zu meiner Annahme, dass durch die Fermentwirkung Wärme von der Substanz aufgenommen und Produkte mit grösserer Spannkraft gebildet werden? Auf den ersten Anlauf möchte es scheinen, dass der Invertzucker weniger gebundene Wärme enthalten müsse als der Rohrzucker und dass somit Kunkel berechtigt sei, jene Annahme als direkt widerlegt zu erklären. Bei sorgfältigerer Prüfung überzeugt man sich aber leicht, dass das Auftreten freier Wärme in einer invertirenden Rohrzuckerlösung die vorliegende Frage gar nicht entscheidet. Es sind nämlich gleichzeitig zwei Processe thätig, welche beide auf die Aenderung des spezifischen Gewichtes und auf die Wärmetönung Einfluss haben und die entweder im gleichen oder im entgegengesetzten Sinne wirken, nämlich 1) die chemische Umsetzung

von Rohrzucker in Invertzucker und 2) die dadurch bedingte Veränderung in der Dichtigkeit der Lösung.

Bezeichnen wir die bei der Umwandlung von Rohrzucker in Invertzucker frei werdende oder aufgenommene Wärmemenge mit $\pm V$ und die bei der stattfindenden Verdichtung der Lösung freiwerdende Wärme mit $+ W$, so wird die gesammte Wärmetönung ausgedrückt durch $W \pm V$. Dieser Ausdruck ist positiv; denn es wird die Temperatur der Flüssigkeit erhöht. Aber daraus ergiebt sich nichts für die Beantwortung der Frage, ob V positiv oder negativ sei; es beweist bloss für den Fall des negativen Vorzeichens, dass $W > V$ ist.

Nach den früheren Erörterungen über das Verhältniss zwischen dem Volumen des Rohrzuckers und einer äquivalenten Menge von Traubenzucker findet bei der Invertirung, immer unter der Voraussetzung, dass sich Invertzucker ähnlich verhalte wie Traubenzucker, folgender Vorgang statt. Das Volumen einer Zuckerlösung lässt sich als die Summe von dem Volumen des gelösten Zuckers und dem Volumen des (verdichteten) Wassers denken. Wird nun in einer bestimmten Rohrzuckerlösung das Volumen des Zuckers mit S und dasjenige des Lösungsmittels mit A und in der daraus entstehenden Invertzuckerlösung das Volumen des Zuckers mit D und dasjenige des Lösungsmittels mit $A_1$ bezeichnet, so verhält sich das Volumen der Lösung vor und nach der Invertirung wie $S + A : D + A_1$. Indem S zu D wird, nimmt es zu: dagegen besteht der Uebergang von A zu $A_1$ in einer Verminderung und zwar ist diese Volumenverminderung beträchtlicher als es die Verdichtung der ganzen Lösung angiebt, weil der gelöste Körper nach der Invertirung einen grössern Raum in Anspruch nimmt. Die Umwandlung von S in D bedingt eine Aufnahme, die Umwandlung von A in $A_1$ eine Abgabe von freier Wärme.

Ich theile noch die numerischen Werthe der eben ge-

nannten Grössen mit, wie sie sich für die Invertirung einer 5 und 10 prozentigen Rohrzuckerlösung ergeben; die Werthe für das Volumen des wasserfreien Traubenzuckers, dessen spezifisches Gewicht unbekannt ist, wurden aus dem Volumen des krystallisirten Traubenzuckers durch muthmassliche Berechnung gewonnen.

| | Rohrzuckerlösung ($C_{12}H_{22}O_{11}$) | | | Traubenzuckerlösung ($C_6H_{12}O_6$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Spezifisches Volumen | S | A | Spezifisches Volumen | D | $A_1$ |
| 5 Proz. | 0,98030 | 0,03113 | 0,94917 | 0,97944 | 0,03801 | 0,94143 |
| 10 — | 0,96108 | 0,06227 | 0,89881 | 0,95919 | 0,07601 | 0,88318 |

Indessen ist es Kunkel nicht entgangen, dass mit der von ihm nachgewiesenen Temperaturerhöhung einer invertirenden Zuckerlösung das letzte Wort nicht gesprochen sei. Sie liefere, sagt er, keinen vollgültigen Beweis, weil wir die Lösungswärmen des Rohr- und Invertzuckers nicht kennten und weil wir nicht wüssten, ob die eine oder beide Zuckerarten bei der Lösung höhere Hydrate bilden. — Zur Wahrung der Richtigkeit meiner bisherigen Auseinandersetzung muss ich diese beiden Gründe als unzutreffend zurückweisen. Wenn wir auch die Lösungswärmen genau kennten, so könnten wir sie doch nicht brauchen, weil jede Lösungswärme aus zwei entgegengesetzten Wärmetönungen besteht, einer Wärmeaufnahme, wodurch die Moleküle des Körpers sich von einander trennen und in Bewegung gerathen, und einer Wärmeabgabe, welche die Folge der Verdichtung des Lösungsmittels ist, — und ihre Kenntniss wäre überflüssig, weil bei der Invertirung einer Zuckerlösung der erstere Wärmetönungsprozess ganz wegfällt, indem ja bloss eine Lösung sich in eine andere umwandelt.

Wenn wir ferner auch genau wüssten, ob und wie viel Wassermoleküle sich in der Lösung mit einem Molekül der verschiedenen Zuckerarten als „Hydrat" (oder zur Hydropleonbildung, wie ich diese Art der Hydratisirung genannt habe) vereinigen, so wären wir desshalb bezüglich der vor-

liegenden Frage um nichts klüger, schon desswegen weil die auf ein Molekül „Hydratwasser" frei werdende Wärme unmöglich bestimmt werden könnte. Bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft lässt sich die Gesammtwärmetönung bei der Invertirung des Zuckers bloss als Summe oder Differenz von zwei Wärmetönungen nachweisen, von denen die eine (die Wärmetönung bei der chemischen Umsetzung) aus der Differenz der Verbrennungswärmen sich unmittelbar ergiebt, die andere (die Wärmetönung bei der Aenderung der Lösungsdichtigkeit) aus dem Unterschied zwischen der genannten Differenz und der Gesammtwärmetönung ermittelt wird; die Hydratbildung ist als ein integrirendes Moment in der letzteren inbegriffen.

Bei der Umwandlung von Dextrin in Zucker, welche Kunkel noch anführt, sind nach meiner Ansicht eigentlich 6 verschiedene Prozesse zu unterscheiden, von denen jeder einen Beitrag zu der gesammten Veränderung der Lösungsdichtigkeit und der gesammten Wärmetönung liefert: 1) Das Zerfallen der wenig beweglichen Micelle in die einzelnen leichter beweglichen Moleküle (ähnlich wie bei der Lösung von kleinen Krystallen), 2) der Uebergang der Dichtigkeit des Wassers aus der Micellarlösung in die Molekularlösungen, 3) die chemische Umwandlung der Dextrinmoleküle in Maltosemoleküle, 4) die Aenderung der Dichtigkeit des Wassers aus der molekularen Dextrinlösung in die Maltoselösung, 5) die chemische Umsetzung der Maltosemoleküle in Dextrosemoleküle und 6) die Dichtigkeitsänderung des Wassers beim Uebergang der Maltoselösung in die Dextroselösung. Von diesen 6 Prozessen werden 1, 3 und 5 Volumenzunahme und Wärmebindung, 2, 4 und 6 dagegen Verdichtung und Wärmeabgabe bedingen und das Gesammtresultat ist wahrscheinlich Temperaturerniedrigung der Lösung.[1])

1) Wenn auch die Unterscheidung von 6 verschiedenen Prozessen theoretisch richtig ist, so dürfte es praktisch zweckmässiger sein, sie

Als Resultat der ganzen Betrachtung ergiebt sich, dass der Satz, die Fermentwirkung bilde Produkte von höherer potentieller Energie, noch eben so wahrscheinlich ist als vordem. Er beruht auf der Annahme, dass der gesammte Invertzucker ähnliche Eigenschaften besitze wie der Traubenzucker allein, und diese Annahme hat durch die Beobachtung Kunkel's über die Temperaturerhöhung einer invertirenden Rohrzuckerlösung eine neue Stütze gewonnen, indem sie zeigt, dass auch in dieser Beziehung der Invertzucker sich so verhält, wie man es von dem blossen Traubenzucker erwarten müsste.

Es genügt nicht im Allgemeinen zu sagen, dass Dextrose und Levulose verschieden seien und dass man daher nicht die eine an die Stelle der andern setzen dürfte. Man muss vielmehr erwägen, in wiefern und in welchem Umfange die Eigenschaften der beiden Verbindungen übereinstimmen, und man muss sich namentlich vergegenwärtigen, welche Consequenzen rücksichtlich dieses Verhältnisses aus der einen und andern Theorie über die Fermentwirkung sich ergeben. Wie ich bereits angeführt habe, nimmt der wasserfreie Traubenzucker (nach der Analogie der krystallwasserführenden und wasserfreien Salze zu schliessen) ein um 12 bis 13 Proz. grösseres Volumen ein, als der Rohrzucker sammt der zugehörigen Wassermenge ($C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$), und muss demnach auch eine entsprechend grössere Menge von gebundener Wärme enthalten. Würde nun der Invertzucker weniger latente Wärme besitzen als der Rohrzucker, so müsste die eine Hälfte desselben den Ueberschuss der andern mehr als conpensiren; die Levulose müsste an Volumen und an Spannkraft dem Rohrzucker um einen grösseren Be-

in 3 zusammenzufassen: 1) das Zerfallen der Micelle in die einzelnen Moleküle, 2) die chemische Umwandlung vom Dextrin bis zur Dextrose, 3) der Uebergang von der Dichtigkeit der anfänglichen micellaren Dextrinlösung zur schliesslichen Dichtigkeit der Dextroselösung.

trag nachstehen als die Dextrose ihm voraus ist, und es ergäbe sich zwischen Levulose und Dextrose ein so grosser Unterschied, wie er wohl ganz undenkbar ist. Enthält aber der Invertzucker mehr latente Wärme als der Rohrzucker, so bleibt noch hinreichender Raum für die Verschiedenheit seiner beider Componenten, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Levulose etwas weniger Spannkraft zukommt als der Dextrose und dass sie die etwas festere Verbindung darstellt, wie sie auch schwieriger vergärt.

Wenn aus chemischen und physikalischen Gründen dem Invertzucker im Vergleich mit dem Rohrzucker eine grössere Menge von gebundener Wärme zugeschrieben werden muss, so sprechen physiologische Erwägungen nicht minder zu Gunsten dieser Annahme. Jedenfalls ist, wie wir aus vielfachen Beispielen erkennen, diejenige Verbindung geeigneter für den Assimilationsprozess, welche unter übrigens gleichen Umständen mehr Spannkraft enthält. Würde nun der Rohrzucker bei der Invertirung Wärme abgeben, so müsste man annehmen, dass die Schimmelpilze ein Ferment bilden und ausscheiden, welches die ihnen zu Gebot stehende Nährverbindung, ehe sie dieselbe aufnehmen, in einen für den Lebenschemismus weniger günstigen Zustand überführe, — eine Annahme, die bei der grossen Zweckmässigkeit aller organischen Einrichtungen gewiss sehr unwahrscheinlich ist.

Ueber die vorliegende in physiologischer und chemischer Beziehung wichtige Frage werden wir übrigens erst dann volle Gewissheit erlangen, wenn die Verbrennungswärmen von Rohrzucker, Dextrose und Levulose genau ermittelt sind, wobei es sehr wünschbar wäre, wenn auch die Kenntniss anderer diese Verbindungen betreffenden Constanten vervollständigt würde.

---

Sitzung vom 7. Februar 1880.

Herr F. Klein legte vor:

„Ueber Relationen zwischen Klassenzahlen binärer quadratischer Formen von negativer Determinante" von J. Gierster in Bamberg.

Die 8 Kronecker'schen Relationen zwischen gewissen Klassenzahlen quadratischer Formen von negativer Determinante sind bekanntlich aus den gewöhnlichen Modulargleichungen durch Resultantenbildung gewonnen worden.[1]) In gleichem Sinne untersuchte ich schon früher die von F. Klein aufgestellten Modulargleichungen der regulären Körper[2]) und teilte insbesondere die Ikosaëderresultate in

1) Betreffs dieser Relationen vergl. man folgende Literatur:

Kronecker: Crelle's Journal Bd. 57 pag. 248 ff. und Berliner Monats berichte von 1857, 1862, 1875.

Hermite: Sur la théorie des fonctions elliptiques et ses applications à l'arithmétique in den Comptes Rendus Bd. 55 (1862). Vergl. auch den Briefwechsel zwischen Liouville und Hermite ebenda Bd. 53 (1861.)

Joubert: Sur la théorie des fonctions elliptiques et son application à la théorie des nombres in den Comptes Rendus Bd. 50

Stephen Smith: Report of the British Association 1865 Bd. 35.

2) Mathem. Annalen Bd. 14 pag. 123.

den Göttinger Nachrichten vom 4. Juni 1879 mit. Ich habe mich neuerdings in analoger Weise mit den unendlich vielen Formen der Modulargleichungen beschäftigt, welche nach der kürzlich von F. Klein dargelegten allgemeinen Theorie der elliptischen Modulfunctionen[1]) existieren und möchte im folgenden einige bisher von mir erhaltene Resultate mitteilen.

Ich muss dabei hervorheben, dass ich zu diesen neuen Untersuchungen, wie zu meinen früheren durch Herrn F. Klein veranlasst und bei der Ausführung in mannigfacher Weise unterstützt worden bin.

Die Tendenz der neuen Untersuchungen kann folgendermassen bezeichnet werden: Es gilt, bei den Modularcorrespondenzen m^ter^ Stufe die Anzahl der „Coincidenzen" in doppelter Weise abzuzählen, nämlich einmal auf arithmetischem, dann auf algebraischem Wege. Auf arithmetischem Wege erhält man dabei stets eine Summe von Klassenanzahlen; setzt man dann die beiderlei Resultate einander gleich, so hat man, was ich als eine Klassenzahlrelation der m^ten^ Stufe bezeichne, und solcher Klassenzahlrelationen gibt es, den verschiedenen Werten von m entsprechend, unendlich viele. —

Die hiemit bezeichnete Aufgabe ist nun bis jetzt von mir nur teilweise durchgeführt worden.

Die arithmetische Abzählung, welche die linken Seiten unserer Relationen liefert, bietet, auch bei allgemeinstem Ansatze, keinerlei principielle Schwierigkeit. Ich habe die betr. Resultate für eine beliebige Primzahlstufe im I. Abschnitte dieser Note explicite angegeben.

---

1) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu München vom 6. Dezember 1879. Viel ausführlicher in der Vorlesung: Ueber elliptische Modulfunctionen, Sommer 1879.

Hingegen ist eine allgemeine algebraische Abzählung, welche die rechten Seiten der Klassenzahlrelationen der $m^{ten}$ Stufe ergibt, vorerst noch zu ferne liegend. Die Hauptschwierigkeit liegt hier offenbar in der Lösung der Aufgabe, die Modularcorrespondenzen der $m^{ten}$ Stufe auf der Curve des Geschlechtes p nach einer allgemeinen auf alle Transformationsgrade passenden Methode durch allgebraische Gleichungen zu definieren. Verhältnissmässig einfach aber gestaltet sich diese Abzählung noch, wenn die betrachteten Congruenz-Moduln Hauptmoduln im Sinne von pag. 92 sind.[1]) Für sie ist nämlich $p = o$ und man hat es mit Modulargleichungen schlechthin, nicht aber mit Modularcorrespondenzen zu thun. Ich habe mich bei Untersuchung der rechten Seiten bisher ausschliesslich mit solchen Hauptmoduln beschäftigt. Sie allein schliessen schon eine grosse Menge der genannten Klassenzahlrelationen in sich ein. Insbesondere enthalten sie auch die 8 Kronecker'schen Formeln, welche nach der hier gemachten Einteilung als Formeln 2., 4., 8., 16. Stufe erscheinen.

Was an diesen Formeln besonders bemerkenswert erscheint, ist der Umstand, dass ihre rechten Seiten sämtlich sich durch höchsteinfache apriori angebbare Teilersummen darstellen lassen, dass sie also durchgehends mit den 8 Kronecker'schen Relationen in Bezug auf ihren einfachen arithmetischen Aufbau auf gleicher Stufe stehen. Indess habe ich von einer Aufzählung aller dieser letztbezeichneten Resultate abgesehen und mich im II. Abschnitt der Note darauf beschränkt, die Gesamtergebnisse zu bezeichnen, welche mit den genannten Mitteln für die siebente Stufe gewonnen werden.

---

1) Blosse Citate auf Seitenzahlen beziehen sich immer auf die eingangs citierte Abhandlung von F. Klein in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften zu München.

### I. Die linken Seiten für beliebige Primzahlstufen.

Die folgenden Erörterungen beziehen sich auf ein vollständiges System ausgezeichneter Congruenz-Moduln der $m^{ten}$ Stufe, wo m eine Primzahl $> 2$ sein soll. Dieses Modulsystem soll weiterhin nach pag. 93 so gewählt sein, dass es für verschiedene Werte $\omega$ und $\omega'$ dann und nur dann dasselbe Wertsystem $M'_1, M'_2, \ldots$ aufweist, wenn $\omega$ und $\omega'$ auseinander durch ganzzahlige Substitutionen $\begin{vmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ mod. q von der Determinante $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$ hervorgehen, dass sie hingegen für Substitutionen $\begin{vmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{vmatrix}$, welche mod. q nicht zur Identität congruent sind, sich linear transformieren.

Die Gruppe dieser linearen Transformationen besteht bei den hier gemachten Einschränkungen, wie bekannt, aus $\frac{q(q^2-1)}{2}$ Substitutionen.

Ich muss nun zunächst die F. Klein'schen Resultate, welche diese Modulsysteme betreffen, nach 2 Richtungen hin weiter ausführen.

1) Neben die von F. Klein genannte Modularcorrespondenz der $q^{ten}$ Stufe stellen sich noch $q \cdot \frac{q^2-1}{2} - 1$ weitere, welche alle aus jener dadurch hervorgehen, dass man das ursprüngliche Modulsystem $M, M_1, M_2, \ldots$ fest lässt, hingegen das transformierte $M', M'_1, M'_2$ den eben genannten $\frac{q(q^2-1)}{2}$ Substitutionen (von den Identität abgesehen) unterwirft. Arithmetisch gelangt man zu denselben nach pag. 95 dadurch, dass man in $M(\omega), M_1(\omega), \ldots$ an Stelle von $\omega$ $\omega' = \frac{1}{n}\frac{\alpha\omega+\beta}{\gamma\omega+\delta}$ setzt und $M(\omega'), M_1(\omega'), \ldots$ beziehungsweise mit $M'(\omega), M_1'(\omega) \ldots$ bezeichnet. Hiebei

bedeutet $\begin{vmatrix}\alpha & \beta \\ \gamma & \delta\end{vmatrix}$ irgend eine ganzzahlige Substitution von der Determinante 1 und alle derartigen Substitutionen $\begin{vmatrix}\alpha' & \beta' \\ \gamma' & \delta'\end{vmatrix}$, welche mod. q zu $\begin{vmatrix}\alpha & \beta \\ \gamma & \delta\end{vmatrix}$ congruent sind, liefern dieselbe Modularcorrespondenz. Dem entsprechend will ich die einzelne Correspondenz im folgenden kurz durch

$$\omega' = \frac{1}{n} \cdot \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}$$

bezeichnen.

Nach pag. 99 geht ferner jede dieser Correspondenzen durch $\frac{q(q^2-1)}{2}$ simultane Substitutionen der beiden Modulsysteme M, M' in sich über und wenn insbesondere der Transformationsgrad n quadratischer Rest mod. q ist, so gibt es **eine** Correspondenz, für welche diese simultanen Substitutionen **cogredient** (d. h. unter sich identisch) sind.

2) Auch für Transformationsgrade n, welche zu q nicht relativ prim sind, existieren in gewissem Sinne Modulargleichungen, bez. Modularcorrespondenzen, nämlich algebraische Relationen zwischen den gegebenen und den transformierten Moduln.

Ich begnüge mich hinsichtlich dieser Gleichungen, die als besonderen Fall die gewöhnlich sogenannten Modulargleichungen zwischen $\sqrt[4]{x}$, $\sqrt[4]{\lambda}$ für einen durch 2 teilbaren Transformationsgrad einschliessen, mit einigen wenigen Bemerkungen, die für das Folgende nötig sind.

Der Grad dieser Gleichungen für die Transformation $n^{ter}$ Ordnung ist in den einzelnen Variablen durch n. $\Pi'\left(1+\frac{1}{r}\right)$ dargestellt. Hiebei erstreckt sich das Produkt $\Pi'$ über alle verschiedenen in n enthaltenen Primzahlen r mit Ausnahme von q. Ferner bleiben diese Correspondenzen bei $\frac{q^2(q-1)}{2}$

simultanen Substitutionen der beiden Modulsysteme ungeändert. Da es im ganzen $\frac{q^2(q^2-1)^2}{4}$ derartige Substitutionen gibt, so existieren überhaupt $\frac{(q^2-1)(q+1)}{2}$ Modulargleichungen der gemeinten Art. —

Nunmehr handelt es sich darum, auf zahlentheoretischem Wege die Coincidenzen aller dieser Modularcorrespondenzen abzuzählen d. h. anzugeben, wie oft es vorkommt, dass das ursprünglich gegebene Modulsystem

$$M, M_1, \ldots$$

mit dem transformierten

$$M', M'_1, \ldots$$

übereinstimmt.

Wir wollen der leichteren Ausdrucksweise halber in dem Falle, wo n auch quadratische Teiler $\varrho^2$ besitzt, welche zu q relativ prim sind, nicht an den im vorhergehenden besprochenen irreduciblen Correspondenzen festhalten,[1]) sondern auch alle jenen irreduciblen Gleichungen zu gleicher Zeit im Auge behalten, welche den Transformationsgraden $\frac{n}{\varrho^2}$ entsprechen. Ist n ein reines Quadrat, so hat man noch eine gewisse Verabredung, die Transformation 1. Ordnung betreffend, hinzuzufügen.

Verstehen wir jetzt mit Kronecker unter H (n) die Anzahl aller Klassen quadratischer Formen $Px^2+Qxy+Ry^2$ von der negativen Determinante

$$Q^2 - 4PR = -n,$$

wobei jedoch die Formenklassen $Px^2 + Pxy + Py^2$ und

---

1) Hält man an den irreduciblen Gleichungen fest, so sind alle quadratischen Formen $Px^2+Qxy+Ry^2$, für welche P, Q, R mit n einen Teiler gemeinsam haben, bei Berechnung der Klassenzahlen auszuschliessen. Vergl. Joubert, die citierte Abhandlung.

$Px^2 + Py^2$ beziehungsweise als $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ gezählt werden und $H(o) = -\frac{1}{12}$ gesetzt wird, so ist die Anzahl der für die Correspondenz

$$\omega' = \frac{1}{n} \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}$$

entstehenden Coincidenzen im allgemeinen durch:

$$g \Sigma H (4n - l_i^2)$$

dargestellt. Hier bedeutet g eine ganze Zahl, welche ich das Gewicht nenne, und $l_i$ beschreibt die sämmtlichen positiven und negativen ganzen Zahlen, eventuell auch o, welche $\equiv \pm i \equiv \pm (\delta u + \alpha)$ mod. q sind und für welche

$$\Delta = 4n - l_i^2$$

nicht negativ wird. Das Gewicht g[1]), welches als Multiplicator der Klassenzahlsumme auftritt, ist gleich der Anzahl derjenigen linearen Transformationen der betrachteten Modularcorrespondenzen in sich, welche zu gleicher Zeit die Gleichungen:

$$M : M_1 : M_2 : \ldots = M' : M'_1 : M'_2 : \ldots$$

in sich überführen und jeder der aufgezählten Klassen quadratischer Formen entspricht ein Cyclus von solchen Coincidenzen, welche durch die g bezeichneten Substitutionen in einander übergehen.

Dieses allgemeine Verhalten bedarf nur in einigen speciellen Fällen, welche sich auf die Determinante $\Delta = 4n - l_i^2 \equiv o$ mod. q beziehen, einer Ergänzung. Sind nämlich die $\frac{q(q^2-1)}{2}$ simultanen Substitutionen der Cor-

1) Diese Auffassung des Gewichtes g verdanke ich Herrn F. Klein.

respondenzen in sich cogredient, — ein Fall, der, wie oben geschildert, nur eintritt, wenn der Transformationsgrad n quadratischer Rest mod. q ist, — so ist die Anzahl der Coincidenzen durch:

$$\frac{q\,(q^2 - 1)}{2}\;\Sigma H\left(\frac{4\,n - l^2}{q^2}\right)$$

dargestellt, wo l sich über alle jene positiven und negativen Werte hin erstreckt, für welche $4\,n - l^2$ nicht negativ und durch $q^2$ teilbar ist. Für die übrigen Correspondenzen des Falles $\Delta \equiv o$ mod. q sind dann in den Klassenzahlsummen links jedesmal alle jene Formen ausgeschlossen, für welche

$$P \equiv Q \equiv R \equiv o \ \text{mod. } q$$

ist. Ist in diesem Falle $q \equiv 3$ mod. 4, so wird die entstehende Anzahl von Coincidenzen durch

$$\frac{g}{2}\left(\Sigma H\left(4n - l^{2}_{\;{}_{2}\sqrt{n}}\right) - \Sigma H\left(\frac{4\,n - l^2}{q^2}\right)\right)$$

$$\text{oder} \quad g\left(\Sigma H\left(4n - l^{2}_{\;{}_{0}\sqrt{n}}\right) - \Sigma H\left(\frac{4\,n - l^2}{q^2}\right)\right)$$

dargestellt, je nachdem $n \lessgtr o$ mod. q, oder $n \equiv o$ mod. q ist. Wenn hingegen der Modul $q \equiv 1$ mod. 4 ist, so trennen sich ausserdem noch diejenigen Klassen quadratischer Formen von einander, durch welche quadratische Reste und jene, durch welche quadratische Nichtreste mod. q darstellbar sind, für welche also der Charakter $\left(\frac{P}{q}\right)$ den Wert $+1$, bez. $-1$ hat. Bezeichnen wir die Anzahl der Klassen erster Art mit $\underset{+1}{H}(n)$, jene der zweiten mit $\underset{-1}{H}(n)$, so sind die bezüglichen Coincidenzzahlen durch

$$g\;\Sigma\underset{+1}{H}\left(4n - l^{2}_{\;{}_{2}\sqrt{n}}\right)$$

$$\text{oder} \quad g\;\Sigma\underset{-1}{H}\left(4n - l^{2}_{\;{}_{2}\sqrt{n}}\right)$$

**dargestellt, je nachdem $\beta$, $\gamma$ quadratische Reste oder Nichtreste mod. q sind.** — Der Index $2\sqrt{n}$ bedeutet hier eine Zahl, welche, zum Quadrat erhoben, $\equiv 4n$ mod q ist.

Hinsichtlich des Gewichtes g hat man, abgesehen von der cogredienten Correspondenz, folgende Resultate: Im Falle $l_1 \lessgtr o$ mod. q ist

$$g = \frac{1}{2}\left[q - \left(\frac{-1}{q}\right)\right] \text{ oder } = \frac{1}{2}\left[q + \left(\frac{-1}{q}\right)\right]$$

oder $= q$, je nachdem $\Delta = 4n - l_1^2$ quadratischer Rest, oder Nichtrest oder congruent o mod. q ist. Dabei bedeutet $\left(\frac{-1}{q}\right)$ das Legendre'sche Zeichen, also $+1$ oder $-1$, je nachdem $q \equiv 1$ oder $\equiv 3$ mod. 4 ist. Ist $l \equiv o$ mod q, so ist g für jeden der bezeichneten Fälle gerade das Doppelte des angegebenen Wertes. Nur eine Ausnahme findet hier ($l \equiv o$ mod. q) statt. Wenn nämlich $\Delta \equiv o$, $q \equiv 3$ mod 4 und $n \equiv o$ mod. q ist, so wird wieder $g = q$ statt $2q$ sein.

Die Anzahl $\mu$ aller Correspondenzen der Transformation n. Ordnung, welche ein und dasselbe g liefern, ist im allgemeinen $\frac{q(q^2-1)}{2g}$ und sie alle besitzen dieselbe Anzahl von Coincidenzen, indem diese nämlich durch ein und dieselbe Klassenzahlsumme dargestellt ist. Sie gehen aus einander hervor, wenn man simultan die beiden Modulsysteme den $\frac{q(q^2-1)}{2}$ cogredienten Substitutionen unterwirft. Nur für den Fall $\Delta \equiv o$ ist dieses wieder dahin zu ergänzen, dass es für denselben Wert von g (wieder abgesehen von der cogredienten Correspondenz) 2 Arten von Modularcorrespondenzen gibt, sobald $n > o$ mod. q oder gleichzeitig $n \equiv o$ mod. q, $q \equiv 1$ mod. 4 ist.

Von den ausgezeichneten Modulsystemen der $q^{ten}$ Stufe, wie sie bisher vorausgesetzt waren, kann

man nunmehr unmittelbar herabsteigen zu nicht ausgezeichneten Systemen von Congruenz-Moduln $N, N_1, N_2 ..$ derselben Stufe d. h. zu solchen Modulsystemen, welche ausser bei ganzzahligen Substitutionen $\omega' = \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta} \equiv \begin{vmatrix} 10 \\ 01 \end{vmatrix}$ mod. q auch noch bei anderen solchen Substitutionen der Determinante 1 ungeändert bleiben. Diese Substitutionen sind in jedem speciellen Falle durch gewisse Congruenzen für $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ mod. q definiert. Alle diese Moduln lassen sich nach pag. 92 als rationale Functionen der erst betrachteten ausgezeichneten Moduln der $q^{ten}$ Stufe darstellen und die verschiedenen Wertsysteme des Systems ausgezeichneter Moduln, welche einem festen Wertsysteme des nicht ausgezeichneten Modulsystems entsprechen, gehen aus einander durch gewisse lineare Substitutionen der ersteren hervor, welche eine in der Gesammtheit der $\frac{q(q^2-1)}{2}$ Substitutionen enthaltene Untergruppe bilden. Hieraus ergibt sich sofort, dass das nicht ausgezeichnete Modulsystem für verschiedene Werte $\omega$ und $\omega'$ nur dann dieselben Werte aufweist, wenn die diesen $\omega$ Werten entsprechenden Wertsysteme des ausgezeichneten Modulsystems durch eine Substitution der letztgenannten Untergruppe aus einander hervorgehen. Dem entsprechend treten jetzt linker Hand als Anzahlen von Coincidenzpunkten einfach lineare Combinationen der oben beschriebenen Klassenzahlaggregate auf, die sich in jedem speciellen Falle leicht hinschreiben lassen.

## II. Die rechten Seiten für die siebente Stufe.

Von den ausgezeichneten Moduln, wie sie im ersten Abschnitt beschrieben sind, sind nur diejenigen der ersten fünf Stufen Hauptmoduln. Sie liefern die Modulargleich-

ungen der regulären Körper d. h. die Modulargleichungen der rationalen Invariante, des Doppelverhältnisses, Tetraeders, Oktaeders und Ikosaeders[1]) und für sie lassen sich daher die rechten Seiten der bezüglichen Klassenzahlrelationen einzeln leicht ermitteln. Dagegen treten für die genannten ausgezeichneten Congruenz-Moduln höherer Stufen bereits Modularcorrespondenzen auf. Es können aber noch vielfach nichtausgezeichnete Moduln der $q^{ten}$ Stufe vorkommen, welche wieder Hauptmoduln sind. Ich möchte mir vorhalten, bei einer nächsten Gelegenheit eine volle Aufzählung dieser Fälle zu geben.

Für die siebente Stufe schreibe ich folgende wesentlich verschiedene Hauptmoduln hin:

$$1.\qquad M = \frac{\lambda^2 \mu}{\nu^3}$$

$$2.\qquad N = \frac{\lambda\mu + \mu\nu + \nu\lambda}{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}$$

$$3\begin{cases} Q_1 = \dfrac{(\lambda+\mu+\nu)\ (\gamma^6 A^2\lambda + \gamma^3 C^2\mu + \gamma^5 B^2\nu)}{(\lambda^2+\mu^2+\nu^2) + \dfrac{-1-\sqrt{-7}}{2}\ (\lambda\mu+\mu\nu+\nu\lambda)} \\[2ex] Q_2 = \dfrac{(\lambda+\mu+\nu)\ (\gamma A^2\lambda + \gamma^4 C^2\mu + \gamma^2 B^2\nu)}{\lambda^2+\mu^2+\nu^2 + \dfrac{-1+\sqrt{-7}}{2}\ (\lambda\mu+\mu\nu+\nu\lambda)} \end{cases}$$

Aus ihnen setzen sich alle übrigen Hauptmoduln der siebenten Stufe rational zusammen. — Die Bedeutung der Grössen $\lambda, \mu, \nu, \gamma$, A, B, C ist hier dieselbe wie in der F. Klein'schen Abhandlung: Ueber

1) F. Klein: Ueber die Transformation der elliptischen Functionen und die Auflösung der Gleichungen fünften Grades in den Mathem. Annalen Bd. XIV pag. 162.

die Transformation 7. Ordnung der elliptischen Functionen, Mathem. Annalen Bd. XIV (insbes. pag. 440, 444, 445). —

Ausserdem sei bemerkt, dass für Transformationsgrade $n \equiv o \mod 7$ wieder wirkliche Modulargleichungen zwischen $\lambda, \mu, \nu$ und $\lambda', \mu', \nu'$ stattfinden, indem diese Gleichungen von selbst nur die Grössen $M = \frac{\lambda^2 \mu}{\nu^3}$, $M' = \frac{\lambda'^2 \mu'}{\nu'^3}$ enthalten.[1]) Diese Angabe entspricht dem, dass man die Ikosaedermodulargleichungen für einen durch 5 teilbaren Transformationsgrad als Gleichungen zwischen $\eta^5$ und $\eta'^5$ anschreiben kann, wie hier beiläufig bemerkt sei.

Auf Grund der genannten Hauptmoduln 7. Stufe gelingt es nun, die sämmtlichen Formeln 7. Stufe mit Hilfe eines einzigen Parameters $\xi$ (n) darzustellen, der übrigens nur dann einen von Null verschiedenen Wert haben kann, wenn n quadratischer Rest mod. 7 ist. Nach Adjunction dieses Parameters drücken sich die sämtlichen rechten Seiten der Klassenzahlformeln 7. Stufe durch höchst einfach definierte Teilersummen des Transformationsgrades n aus, während der Parameter $\xi$ (n) selbst sich nicht allgemein durch diese Teilersummen darstellt, und daher als eine wesentlich compliciertere zahlentheoretische Function erscheint, über die ich bei einer anderen Gelegenheit Mitteilung machen möchte.

Die angedeuteten Teilersummen von n sind folgende:

1) $\Phi$ (n) ist die Summe aller Teiler von n

---

1) Z. B. hat man nach einer Rechnung, die Herr Klein gelegentlich anstellte, für $n = 7$ folgende Gleichung:

$$1 - M M' = [2(\gamma + \gamma^6) + 3(\gamma^2 + \gamma^5)](M + M' + 1).$$

2) $\Psi(n)$ ist die Summe der Teiler von n, die $> \sqrt{n}$ sind, weniger der Summe der Teiler von n, die $< \sqrt{n}$ sind.

3) $U_1$ bedeutet die Summe jener Teiler $a_1$ von n, die $< \sqrt{n}$ sind und zugleich die Bedingung $a_1 \equiv \pm i \bmod. 7$ erfüllen, mit der Festsetzung, dass wenn n ein reines Quadrat und $\sqrt{n} \equiv \pm i \bmod. 7$ ist, zu dieser Summe noch $\frac{1}{2}\sqrt{n}$ hinzuaddiert werde.

4) $U_1^{(\nu)}$ bedeutet die Summe der Teiler von n, welche $< \sqrt{n}$, durch $7^{(\nu)}$ teilbar und durch $7^{\nu}$ dividiert congruent $\pm i \bmod. 7$ sind.

5) Ausserdem bedeutet $\xi(n)$, wie schon soeben gesagt, die hier nicht näher zu definierende höhere zahlentheoretische Function.

**Die Formeln 7. Stufe sind dann** (nach Hinwegwerfung von gemeinsamen Factoren) **folgende:**

I. n = quadr. Rest mod. 7

1) $3.\ \Sigma H\ \frac{4n - l^2}{49} = \xi(n)$ .

2) $3.\ \Sigma H\ (4n - l_0^2) = \Phi(n) - 6\,U_{\sqrt{n}} - 14\,\xi(n)$

3) $3.\ \Sigma H\ \left(4n - l^2_{\sqrt{n}}\right) = \Phi(n) - 3\,U_{2\sqrt{n}} - 3\,U_{4\sqrt{n}}$

$= \frac{1}{2}\,(3\,\Psi(n) - \Phi(n)) + 3\,U_{\sqrt{n}}$

4) $3.\ \Sigma H\ \left(4n - l^2_{2\sqrt{n}}\right) = \Phi(n) - 6\,U_{\sqrt{n}} - 7\,\xi(n)$

5) $6.\ \Sigma H\ \left(4n - l^2_{4\sqrt{n}}\right) = \Phi(n) + 12\,U_{\sqrt{n}} + 28\,\xi(n)$

II. n = quadr. Nichtrest mod. 7

1) $3.\ \Sigma H\,(4n - l_0^2) = \Phi(n) - 6\,U_{\sqrt{-n}}$

2) $4.\ \Sigma H\left(4n - l^2_{\sqrt{-n}}\right) = \Phi(n)$

3) $3.\ \Sigma H\left(4n - l^2_{2\sqrt{-n}}\right) = \Phi(n) - 3\,U_{2\sqrt{-n}} - 3\,U_{4\sqrt{-n}}$

$$= \frac{1}{2}\,(3\Psi(n) - \Phi(n)) + 3\,U_{\sqrt{-n}}$$

4) $4.\ \Sigma H\left(4n - l^2_{4\sqrt{-n}}\right) = \Phi(n)$

III. $n \equiv o$ mod. 7.

$n = 7^{\mu}\,m;\ m \gtrless o$ mod. 7.

1) $\Sigma H\,(4n - l_0{}^2) = 2\Phi(m) + 7\Phi\left(\frac{n}{49}\right) + 7\,\Psi\left(\frac{n}{49}\right)$

2) $3.\ \Sigma H\,(4n - l_d^2) = 7^{\mu}\,\Phi(m) - 3\,U_d^{(o)} - 3\,U^{(\mu)}_{\frac{m}{d}}$

Die Summen linker Hand erstrecken sich für die so geschriebenen Formeln über folgende Zahlensysteme:

1) $l_0 = 0, \pm 7, \pm 14, \ldots\ldots \equiv o$ mod. 7,
2) $l_1 = 1, 6, 8, 13 \ldots\ldots \equiv \pm 1$ mod. 7,
3) $l_2 = 2, 5, 9, 12 \ldots\ldots \equiv \pm 2$ mod. 7,
4) $l_4 = 3, 4, 10, 11 \ldots\ldots \equiv \pm 4$ mod. 7,

und sind so lange fortzusetzen, als $4n - l_i^2$ nicht negativ ist. Dessgleichen beschreibt l alle positiven ganzen Zahlen, für welche $\frac{4n - l^2}{49}$ eine ganze positive Zahl oder Null ist. Ferner sind $\Phi\left(\frac{n}{49}\right)$ und $\Psi\left(\frac{n}{49}\right)$ gleich Null zu setzen, falls $\frac{n}{49}$ keine ganze Zahl sein soll, und der Index

$r\sqrt{\mu}$ bedeutet immer jenen kleinsten quadratischen Rest mod. 7, welcher ins Quadrat erhoben $\equiv \mu r^2$ mod. 7 ist. Endlich bedeutet der Index d in Formel III, 2 einen beliebigen der quadratischen Reste 1, 2, 4 mod. 7, so dass diese eine Formel 3 Formeln vertritt. —

Zum Schlusse schreibe ich beispielsweise noch je eine Formel 9^ter^, 13^ter^ und 11^ter^ Stufe hin.

I. Sei $n \equiv$ quadr. Nichtrest mod. 9, so ist:

$$3\Sigma H(4n - l_0^2) = \Phi(n) - 6U_{\sqrt{-n}}$$

II. Sei $n \equiv 5$ mod. 13, so ist:

$$6\Sigma H(4n - l_6^2) = \Phi(n) - 6U_1 - 6U_5$$

III. Sei $n \equiv 1$ mod. 11, so ist:

$$22\Sigma H\left(\frac{4n - l^2}{121}\right) + 3\cdot\Sigma H(4n - l_0^2) + 4\Sigma H(4n - l_1^2)$$
$$+ 2\Sigma(H(4n - l_3^2) + 2\Sigma H(4n - l_4^2) = \Phi(n) + \Psi(n).$$

Die auftretenden Symbole sind hiebei ebenso definiert, wie bei den Formeln 7. Stufe, nur dass an Stelle von mod. 7 beziehungsweise mod. 9, mod. 13, mod. 11 zu setzen ist.

---

Ich knüpfe hieran noch einige Bemerkungen über Liouville's einschlägige Arbeiten. Bekanntlich war Liouville der Erste, der in dem hier behandelten Gebiete über Kronecker hinaus ging. Auf seine reinzahlentheoretischen Ansätze gestützt konnte er auf die Existenz von unendlich vielen den Kronecker'schen analogen Klassenzahlformeln hinweisen. Die Analogie der Liouville'schen mit den Kronecker'schen Formeln bestand hauptsächlich darin, dass es sich hier wie dort um Aggregate von Klassenzahlen quadratischer Formen von negativen

Determinanten handelte, welche eine arithmetische Reihe 2. Ordnung bildeten. Hingegen kam Liouville, so viel ich weiss, nirgends ausdrücklich auf die Frage zurück, welcher Art die zahlentheoretischen Functionen sind, durch welche jene Klassenzahlaggregate definiert werden können, und es ist klar, dass diese Functionen im allgemeinen wesentlich complicierter ausfallen werden, als jene einfachen Teilersummen, welche ausschliesslich in den oft erwähnten 8 Kronecker'schen Formeln enthalten sind.[1]) Aber im besonderen können wohl solche Aggregate auftreten, zu deren Definition derartige einfache Teilersummen hinreichen und welche also in jeder Beziehung mit den 8 Kronecker'schen Formeln anolog sind. Indess hat Liouville nur eine geringe Anzahl derartiger neuer Formeln in kleinen, sehr zerstreuten Abhandlungen wirklich explicite hingestellt.[2])

Von diesen fallen nur zwei unter die bislang von mir gewonnenen Resultate. Seine Formeln im Journal de Mathématiques sér. 2 Bd. XIII pag. 2, und Bd. XIV pag. 262 sind nämlich beziehungsweise specielle Formeln 6. und 10. Stufe. Hingegen findet sich keine der von mir im vorhergehenden mitgeteilten Relationen unter den Liouville'schen Angaben. Möglicherweise sind aber derartige Resultate implicite in den Liouville'schen Abhandlungen enthalten und dann müsste allerdings der rein arithmetischen Methode Liouville's der Vorrang gelassen werden. Aber ganz abgesehen von dem zahlentheoretischen

---

1) Formeln, in denen compliciertere zahlentheoretische Functionen auftreten, hat späterhin auch Kronecker aufgestellt und zwar durch Umformung von Θ-Reihen, vergl. Berliner Monatsberichte von 1875 pag. 225 ff.

2) Vergl. Liouvilles Journal, sér. 2, Bd. XII p. 98, Bd. XIII p. 1. ff. Bd. XIV p. 2, 7, 8, 262, sowie die allgemeinen Auseinandersetzungen in Bd. III—VIII ebenda, insbesondere die Bemerkungen in Bd. VII, p. 44.

Werte dieser Untersuchungen ist es immerhin für den neuen Stand der elliptischen Modulfunctionen bezeichnend, dass nunmehr auch hier auf dem ursprünglich von Kronecker eingeschlagenen Wege in Bezug auf solche Klassenzahlrelationen ein unendlicher Ausblick eröffnet ist, während das alte Gebiet derselben mit den erwähnten 8 Kronecker'schen Formeln vollkommen erschöpft war. (Vergl. Kronecker in den Berliner Monatsberichten von 1875 pag. 235).

---

Herr Dr. C. W. Gümbel legt vor und bespricht:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

## VI.

## Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen.

In meiner fünften Mittheilung über geognostische Verhältnisse der Alpen[1]), welche der Klarlegung der Stellung der Pflanzenreste-führenden Sandsteinbildungen von Recoaro gewidmet ist, habe ich bereits im Vorübergehen des Streifzuges gedacht, den ich nach meinem Besuche Recoaro's westwärts durch die Bergamasker Alpen unternommen und über den ich ausführlicher zu berichten mir vorbehalten habe.

In den folgenden Blättern werde ich nun versuchen, das Wichtigste von den Beobachtungen mitzutheilen, die ich bei diesen Wanderungen durch einen der schönsten und lehrreichen Theile der Alpen anzustellen Gelegenheit fand. Hierbei hielt ich meine Aufmerksamkeit in erster Linie auf die Untersuchungen derjenigen Verhältnisse gerichtet, welche sich auf die Frage über die westliche Fortsetzung der Pfanzenreste-führenden Schichten von Neu-

1) Sitzungsbericht d. math.-phys. Classe d. k. bayer. Acad. d. Wiss. in München vom 1. März 1879.

markt-Recoaro und auf das Fortstreichen des Bellerophonkalks beziehen.

Gestatten die ausführlichen Schilderungen früherer Forscher in diesen Gegenden insbesondere jene Escher's von der Linth, Ragazzoni's, Curioni's, Frz. v. Hauer's, Stoppani's, Benecke's und von Lepsius bereits einen tiefen Einblick in die allgemeinen Gebirgsverhältnisse dieser alpinen Gebiete, so sind es doch wohl vor allen die bahnbrechenden Abhandlungen von Ed. Suess,[2]) durch welche über die mich besonders beschäftigende Frage der Stellung und Bedeutung gewisser pflanzenführenden Schichten der westlichen Alpen eine gesicherte Grundlage gewonnen wurde und an die auch ich meine Untersuchungen zunächst anzuknüpfen versuchen musste.

Es ist zu bekannt, um es hier ausführlicher zu wiederholen, dass in den Bergamasker Alpen in Val Trompia bei Collio Pflanzenreste zuerst von dem Director Giovanni Bruni entdeckt, dann von Ragazzoni und Curioni bekannt gemacht und beschrieben, endlich neuerlichst durch Suess eingehend untersucht worden sind, welche Geinitz als solche der Dyasformation erkannt hat.

In derselben Gegend, in welcher diese postcarbonischen Bildungen entwickelt sind, finden sich nun auch und zwar in sehr ausgezeichneter Weise jene so charakteristischen Seisserschichten mit *Posidonomya Clarai*, welche in Südtirol und bei Recoaro unmittelbar die Pfanzenreste-führenden unteren Voltziensandsteine und die Bellerophonkalke oder deren Stellvertreter überlagern. Desshalb war es mir im hohem Grade wahrscheinlich, dass in diesen westlichen Alpengegenden mit den Seisserschichten auch das Neumarkt-Recoaro-Pflanzenlager, die unteren

2) Die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen. Sitz. d. k. k. Acad. d. Wiss. in Wien Bd. LVII. 1. Febr. und April Heft 1868.

Voltzienschichten und die Stellvertreter der Bellerophonkalke, wenigstens angedeutet sich auffinden liessen und in diesem Falle mitten zwischen Seisserschichten und den Dyasbildungen eingebettet durch ihre Lagerungsweise die wichtigsten Aufschlüsse über den engeren Anschluss entweder an die unterlagernden postcarbonischen Gebilde, oder an die aufliegenden Seisserschichten der Trias, damit zugleich auch die Entscheidung über ihre Zugehörigkeit zu den Dyas oder Trias zu geben im Stande wären. Oder sollten gar die Pflanzenschiefer von Collio nichts anderes sein, als eine besonders ausgebildete Facies der Voltzienschichten von Neumarkt und Recoaro, weil weder Curioni, noch Suess, noch Lepsius ein zweites oberes Pflanzenlager in diesen Gegenden erwähnen? Möglich wäre es aber auch, dass das Pflanzenlager und die Bellerophonkalke nach Westen sich gänzlich auskeilen und verschwinden. Mit diesen Erwägungen und Erwartungen betrat ich das Gebiet westwärts von Storo, Val Bona und Lago d'Idreo.

### Riva und Val Ampola:

Ich werfe nur einen flüchtigen Blick gleichsam als Einleitung auf das östlich vorliegende Gebiet bei Riva zwischen dem Garda- und Idreosee, weil uns in dem Ueberschreiten der Gardasee-Spalte westwärts ein von dem anschliessenden östlichen Gebiete in Südtirol durchaus verschiedene Gebirgsentwicklung entgegentritt und eine neue geognostische Landschaft sich ankündigt. Das weite Vordringen tertiärer Ablagerungen in dem Gardaseeeinschnitt nach Norden liefert den Beweis, dass hier schon frühzeitig eine grossartige Einbuchtung bestand, die von S. in das Hochgebirge weit hineinragte. Ich erinnere nur an die schönen Aufschlüsse in den tiefsten und ältesten Tertiärablagerungen mit *Rhynchonella polymorpha* (Spileccoschichten) in einer Schlucht unmittelbar ostwärts von Torbole am Gardasee,

wo ich die nach NW. geneigten Breccien-artigen Tertiärschichten auf die Kalke des Mt. Baldo direct aufgelagert fand. Im Hangenden folgen dann die mächtigen Nummulitenkalke gegen Nago und Vignole.

Diese Gebilde umsäumen den Ostrand der grossen See-Bucht und ziehen sich auch noch am Nordrande hin, wo sie an der Burg von Arco in Form von *Foraminiferen*-reichen jüngeren Mergellagen zu beobachten sind. Auch die höchst auffallende inselartige Erhebung des Mt. Brione mitten aus der alten Seefläche besteht aus ziemlich stark nach W. geneigten Bänken von Tertiärschichen. Die Grundlage bilden auch hier Nummulitenkalke; darüber folgen wenig mächtige, mergelige glauconitische, versteinerungsreiche Sandsteine, auf welchen die grauen mergeligen Bänke des Westgehänges in grosser Mächtigkeit aufruhen. Ich sammelte aus den glauconitischen Lagen in der Nähe des Zollhäuschens an der Strasse von Torbole nach Riva ziemlich zahlreiche Versteinerungen, unter welcher besonders mehrere Arten von Pecten sich auszeichnen, während die übrigen Formen meist nur als Steinkerne erhalten sind. Gemäss der Lagerung und nach dem Gesammteindruck der organischen Einschlüsse scheinen mir diese Schichten mit dem auflagernden grauen Mergel den tieferen oligocänen Schlichten gleichgestellt werden zu dürfen. Herr Theod. Fuchs in Wien, welchem ich die Pecten überschickte, hatte die Güte, auf meine Bitte, diese einer näheren Untersuchung zu entwerfen, wofür ich an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Dieser gründlichen Kenner der alpinen Tertiärfaunen, spricht sich dahin aus, dass diese *Pecten* vollkommen mit denjenigen übereinstimmen, welche sich im Grünsande von Belluno finden.

Nach Hörnes nun gehören diese Grünsande von Belluno zu den Schioschichten, was H Fuchs für richtig erachtet und demnach die Grünsande des Monte Brione demselben

untere Grenze der Trias hin keine älteren Abtheilungen der tieferen Kalkschichten sich bemerkbar machen. Es stellen sich zwar gegen Storo hin intensiv schwarze schiefrige Kalke ein, welche durch die ziemlich häufig vorkommenden Fischschuppen an die Asphaltschiefer von Seefeld erinnern, aber sie sind so innig mit dem Dolomit verbunden, dass wir sie ebenso wenig wie die nordalpinen Asphaltschiefer vom Hauptdolomit strenge abscheiden können.

Von Ponte Caffaro, der Zollgrenzstation in der Nähe des Idreosee's, steigt, man über ein sehr steiles Gehänge, dessen Untergrund wiederum aus Hauptdolomit besteht und von Glacialschutt stellenweis überdeckt ist, zur bequemen Strasse nach Bagolino empor. Der Hauptdolomit begleitet uns längs dieser Strasse ununterbrochen bis zur Brücke Reinieri. Majestätisch erhebt sich gerade westwärts der hohe Dosso Alto aus sehr steil gestellen Bänken weissen Wettersteinkakls aufgebaut, dessen hangende Lagen durch eine Reihe weicher mergeliger Gesteine der Dossena-Schichten in einer tiefen Sattelbucht gegen Mt. Berga von dem südlich vorlagernden Hauptdolomit getrennt sind. An dem nördlichen Rande der tiefen wilden Caffaro-Schlucht sieht man aus der Ferne rothe Gesteinslagen und höher darüber Porphyrfelsen, welche an der grossen O.-W. über den Manivasattel zum Val Trompia, westwärts fortstreichenden Spalte neben den jüngeren Gebirgsgliedern sich herausheben und mit älteren Bildungen zu einer fortlaufenden Zone zusammenschliessen. Als erster Ausflugspunkt in dieser Gegend wurde der auf einer mächtigen Schuttterrasse liegende Ort Bagolino gewählt.

## 2. Valle di Freg.

Der Weg von Bagolino in das Valle di Freg führt zunächst über ausgedehnten Gehängeschutt, der vorherrschend aus Glimmerschiefer-ähnlichem Phyllit in mannigfaltigen

Abänderungen besteht. Noch ehe man die Kapelle S. Carlo erreicht, heben sich Felsen eines aus weissen, Glimmerähnlichen Schüppchen, grünen chloritischen Blättchen und aus Quarz bestehenden, von kleinen Granaten vollgespickten Phyllits mit N.-W. einfallenden Schichten aus dem Untergrunde heraus. Auf diese folgt dann thalaufwärts sofort eine Region grünlich grauer sandig-tuffiger Schiefer und deutliche Sandsteinbänke von schwärzlich-grauer Färbung und z. Th. conglomeratartiger Ausbildung. Auch diese Schichten fallen nach N.-W. also ziemlich gleichförmig mit dem Phyllit ein. Eine bankartig zwischengelagerte Porphyrmasse besteht aus vorherrschend röthlichem Gestein, wie wir es bei Botzen, am Westgehänge bei Tione in Judicarien und aus Val Rendena kennen. Nebenbei zeigen sich auch grüne, graue und auffallend lichte Färbungen des Porphyrs, dessen schwaches Lager man bald überschritten hat. Wir gelangten nun thalaufwärts in jenes ausserordentlich mächtige Schichtensystem, das bereits unter dem Porphyrlager begonnen und aufwärts in ziemlich gleichbleibenden Ausbildung bis zur Einmündung des Val Bruffione bei der A. Grisa fortsetzt. Es sind trotz der beträchtlicher Mächtigkeit einförmig ausgebildete, dünnschichtige, grünlich graue und schmutzig graue Sandsteinschiefer, grünliche dichte Grauwackeähnliche Gesteine, denen sich spärlich grau gefärbte Conglomeratbänke beigesellen. Nicht selten nehmen die Sandsteine eine so feinkörnige, an das Aphanitische streifende Beschaffenheit an, dass es leicht verzeihlich ist, solche Gesteine bei dem ersten Anblick für Grünstein, Diorite oder dergleichen zu halten, wie Curioni's Karte anzudeuten scheint. In Dünnschliffen lässt sich leicht die klastische Natur der Gemengtheile erkennen. Abgerundete Quarzkörnchen zeigen sich mit Glimmerschüppchen und feldspathigen Theilchen durch ein thonig-kieseliges, trübes und

durch ein lebhaft grünes, helles, in Säuren nicht leicht veränderliches Binde- und Zwischenmittel verkittet, wie dies bei tuffigen Sandsteinen vorzukommen pflegt.

Die seltenen Bänke von Conglomeraten enthalten wenn auch noch nicht häufig Bruchstücke von Porphyr, zum Beweise, dass schon vor deren Ablagerung bereits Porphyreruptionen stattgefunden haben, wie auch die bankweise Zwischenlagerung, von Porphyrmassen in den tieferen Schichten bestätigt. Ganz besonders bemerkenswerth sind die grünlich grauen, meist dünnspaltigen Sandsteinschiefer, deren Schichtflächen oft wie bei dem älteren Thonschiefer, fast glimmerig oder fettig glänzend und mit Parallelfältchen überzogen, zugleich oft auch mit wurmähnlich gekrümmten und verschlungenen Wülsten, Rippen, nussartigen Höckern und Fussspuren-ähnlichen Eindrücken oder Erhabenheiten bedeckt sind. In diesen Platten bemerkt man häufig auch jene, der Art nach schwer zu bestimmenden, aber durch ihre kohlige Beschaffenheit und stengelige Form sicher als Pflanzenreste erkennbaren Abdrücke, wie solche von Collio bekannt sind.

Die wohl geschichteten und dünnplattigen Varietäten dieser Sandsteinschiefer werden in dieser Gegend häufig als Material zur Bedachung der Häuser verwendet.

Auch im Valle di Freg gelang es mir in der Nähe der Ponte d'Azza, ehe man Lavalle Fucine, erreicht einzelne Lagen dieses Sandsteinsschiefers aufzufinden, welche *Walchien*-Abdrücke und *Schizopteris*-Ueberreste enthalten. Wie spätere Vergleiche zeigten, ist diese ganze Gesteinsreihe vollkommen identisch mit jener des Mt. Colombino bei Collio, in welchen durch Suess Aequivalente des Rothliegenden nachgewiesen wurden.

Darf man nach der Gesteinsbeschaffenheit weitere Schlüsse ziehen, so möchte auch das Gestein der Naifschlucht bei Meran und die vielfach im Porphyr bei Botzen ein-

geklemmten, Pflanzenreste-führenden, grünlich grauen, oft dichten Sandsteinfragmente, wie ich schon früher ausgesprochen habe, derselben Bildung anzureihen sein. Merkwürdiger Weise hat auch das von Prof. Pichler entdeckte Gestein von Steinach am Brenner, das man jedoch für ächt carbonisch hält, der petrographischen Beschaffenheit nach die allergrösste Aehnlichkeit mit unseren Bergamasker Schichten. In der Reihe der sog. Grödener Sandsteine dagegen kenne ich Nichts, was lithologisch auch nur entfernt an derartige Bildungen erinnert.

Die im Allgemeinen von S. nach N. ziehende Thalrichtung, welche fast rechtwinkelig zu dem ziemlich constant von S.-W. nach N.-O. gerichteten Streichen bei widersinnigem N.-W. Einfallen der Schichten verläuft, gestattet, indem man immer weiter aufwärts in dem Hauptthale emporsteigt, den ganzen Schichtencomplex quer zu durchschreiten und bei den zahlreichen sich hier darbietenden Entblössungen fast Schicht für Schicht näher zu untersuchen.

Bis zu der oben schon erwähnten Ponte d'Assa fallen die Schichten nahezu constant nach N.-W. ein. Oberhalb dieser Brücke führt der Thalweg über grossartig durch Gletscherschliffe polirte Felsen. Hier zeigen die Schichten auf eine kurze Strecke geändertes westliches Einfallen, richten sich aber bald wieder in die normale N.-W.-Einfallrichtung ein, welche nur stellenweis durch kleinere Falten und Wellenbiegungen geändert, sonst in grosser Beständigung thalaufwärts anhält. Von der Thalgabel an, wo bei Lavalle Fucine das Seitenthal Sanguinera von N.-W. hereinmündet, zeigt sich in den sonst gleich bleibenden Schichten häufiger ein röthlicher Farbenton. Auch stellen sich nach und nach etwas häufiger zwischengelagerte Conglomeratbänke ein. Hier ist es auch, wo etwa in der Mitte zwischen den Mündungen vom Val Scaglie und Val

Bruffione ein zweites jüngeres Porphyrlager zwischen dem Schichtgestein eingeklemmt sich bemerkbar macht. Vielleicht hängt dieses Porphyr mit dem Stock des Mt. Dolo zusammen.

Noch stehen an der Einmündung des Val Bruffione, das von N.-O. herabzieht, in einem Steinbruche die charakteristischen grünlich grauen Sandsteinschiefer, wie wir solche auch aus dem unteren Theile des Thals bereits beschrieben haben, mit den bemerkenswerthen Wülsten auf den Schichtflächen deutlich an. Sobald wir aber den Thalriss auf eine kurze Strecke verlassen, um über eine ziemlich steile Terrasse höher emporzusteigen, stossen wir zum ersten Mal auf intensiv rothe conglomeratartige Sandsteinbänke, ächte breccienähnliche Conglomerate (v. Verrucano) in Wechsellagerung mit jenen flasrig dünnschichtigen, intensiv rothen Schieferthonschichten, die z. Th. wohl schon zu den sog. Servino der italienischen Geologen gerechnet werden dürften. Auch einzelne helle und selbst weisse Sandsteinlagen mit grünlichen Thongallen fehlen hier nicht. Ich stehe nicht an, diese ganz gleichförmig über den tieferen Schichten lagernde Gesteinsreihe, welche zwar durch keine auffallende Grenzscheide von letzteren abgetrennt zu sein scheint, gleichwohl mit den Bildungen für identisch zu halten, welche wir in Südtirol als Grödener Schichten zu bezeichnen pflegen.

Dieser hangende Schichtencomplex ist ziemlich mächtig und reicht bis nahe zur unteren Compros-Alpe. Hier kann man an den westlich ansteigenden Gehängen deutlich die Auflagerung der grauen mergelig-schiefrigen Gesteine mit *Posidonomya Clarai* — also typische Seisser Schichten — unmittelbar auf diesen sandigen Bänken beobachten. Meine mit möglichster Sorgfalt in diesen Grenzschichten angestellten Untersuchungen haben ergeben, das hier weder ein schwarzer Kalk als Repräsentant des Bellerophonkalks

sich vorfindet, noch auch, dass eine gelbe dolomitische Zwischenlage als dessen Stellvertreter zu deuten wäre. Man kann in den tiefen Gräben, von welchen die Weidfläche der Alp durchzogen ist, die sehr charakteristischeen Schichten der Seisser und Campiler Schichten ganz so, wie sie in Südtirol etwa bei Botzen entwickelt sind, gut beobachten. Selbst die harte, oolithische, mit *Holopellen* erfüllte Bank fehlt nicht. Doch herrscht in diesen Bildungen hier die graue Farbe etwas vor.

Unmittelbar darüber lagert sich oft in zackigen Riffen ausgewittert, sonst wohl auch von tiefen wilden Gräben durchfurcht eine gelblich oder schmutzig weissliche grosslnckige, poröse Rauhwacke mit mergeligen, weichen Zwischenlagen und Gypsspuren an. Sie begleitet uns, wenn wir westwärts von Compras-Alpe über einen Seitensattel zur Alpe Cadino di mezzo hinübersteigen, und breitet sich dann noch weiter westlich oberhalb Cadino di sotto und gegen Croce Domini ungemein mächtig aus. Ein schmaler Streifen, welcher wegen aufgehäuften Steinschutts das im Untergrund anstehende Gestein nicht beobachten lässt, trennt diese Rauhwacke von der nächst höheren auflagernden Schichtenreihe einer durch die tiefschwarze Färbung besonders in die Augen fallenden Kalksteinbildung. Der daraus entstandene Boden ist oft kohlschwarz und sticht schon aus weiter Ferne in die Augen.

Diese schwarzen, meist dünngeschichteten, oft sogar etwas schiefrigen Kalke, die auch dolomitische Lagen in sich schliessen, sind dadurch ausgezeichnet, dass sich auf dem intensiv schwarzen Grunde der Hauptmasse des Gesteins zahlreiche kleinere und grössere Putzen, Körnchen und und Flecken von fast rein weissem Kalkspath grell abheben. Zuweilen glaubt man in diesen Putzen die Umrisse von organischen Einschlüssen zu erkennen. Doch sind solche in Dünnschliffen nur selten deutlich zu unterscheiden. Auch

Hornstein-Knöllchen und -Ausscheidungen fehlen nicht und zahlreiche Adern von schwarzem Anthraconit und weissem Kalkspath durchschwärmen häufig das Gestein.

Diese so bestimmt charakterisirten intensiv schwarzen weiss gesprengelten plattigen Kalke gewinnen, wie wir sehen werden, eine grossartige Verbreitung nicht bloss in den Bergamasker Alpen, sondern auch auf dem Nordabhang im Bündener Hochgebirge und dann wieder im Ortlerstock. Der Kürze wegen wollen wir sie desshalb schwarze Ortlerkalke[3]) nennen, denen ein weites, ziemlich scharf abgegrenztes Entwicklungsgebiet unserer Alpen zufällt.

Die geologische Stellung dieser Kalkstufe werden wir ausführlicher zu erörtern später Gelegenheit finden. Nur soviel muss gleich hier bemerkt werden, dass die Zwischenlage zwischen Rauhwacke und dem weissen Kalk der Schlern- oder Wettersteinstufe dieselbe der Muschelkalkregion zuweist. Der höhere schmale Gebirgsrücken, welcher sich zwischen V. Caffaro und dem obersten Val Cadino gegen Mt. Castion emporzieht, besteht aus weisslichen Kalk und Dolomit, wie am Dosso Alto. Man vermisst diese Angabe auf den Karten. Ein Band des oben bezeichneten schwarzen Kalks zieht sich oberhalb der Compras-Alpe am Gehänge hin und senkt sich einer Seits in die Thalung gegen Gaver und erstreckt sich anderer Seits westwärts über den Sattel zum Vallo Cadino, wo es die grosse, von den drei Cadino-Alpen eingenommene, kesselförmige Thalweitung umsäumt. Oberhalb der Alpe Cadino di sopra ist das Gestein reichlich entblösst und leicht der Beobachtung zugänglich. Ich fand es leider auch hier versteinerungsleer.

3) Die in meiner V. Mittheilung (Sitz.-Ber. 1879 Anm. 24) ausgesprochene Ansicht, dass ein Theil der schwarzen Kalke des Ortlerstocks vielleicht dem Bellerophonkalke gleichzustellen sei, ist demnach nicht stichhaltig und muss zurückgenommen werden.

Wo man auf dem Wege von Val Caffaro in Val Cadino zwischen Compras- und den Cadino-Alpen den Pass überschreitet, tritt auf letzterem neben Rauhwacke ein stark zersetztes D i o r i t - ähnliches Gestein mit tuffigen Lagen zu Tag. Der Lagergang scheint westwärts gegen Croce Domini fortzustreichen. Es ist ein Gestein, dem wir noch öfters in den Bergamasker Alpen und zwar in weniger zersetztem Zustande begegnen werden, wesshalb wir eine nähere Beschreibung für später uns vorbehalten. Es ist offenbar dasselbe Gestein, welches L e p s i u s [4]) unter der Bezeichnung M i k r o d i o r i t aus dem benachbarten Val Bondol vom Mt. Laveneg und aus Val Trompia oberhalb Collio beschreibt. Ich glaube das auch in den Nordalpen in gleich altrigen Schichten auftauchende, massige Gestein — den Spilit der Schweizer Alpen z. Th. — das ich aus der Gegend von Berchtesgaden als S i l l i t [5]) beschrieben habe, — hierher rechnen zu dürfen.

In der Thalung der Alpen Cadino und abwärts längs des Sanguinera-Baches durchqueren wir den ganzen bisher beschriebenen Schichtencomplex noch einmal in umgekehrter Ordnung, wie im Caffaro-Thal. Zuerst tauchen bei der Alphütte Gira bassa unter der Rauhwacke die Mergelschiefer der Campiler und Seisser Schichten auf und darunter treten nun der Reihe nach die in gleichmässiger Lagerung unter einander folgenden Schichten, zuerst das rothe Sandsteingebilde mit Zwischenlagen weissen Sandsteins, die röthlichen groben Conglomerate und mit ihnen der zweite obere Lagerzug des Porphyrs zu Tage. Derselbe scheint mithin über die Kuppe des Mt. Misa fortzusetzen. Bei Ponte di Rimial erreichen wir wieder das Hauptthal mit den schon beschriebenen älteren Schichten.

---

4) A. A. O. S. 179 u. ffd.

5) Geogn. Beschr. d. bayer. Alpengebirgs S. 187.

Keines der zahlreichen Profile am Südrande des Tonalit-Stockes ist vollständiger, als das eben geschilderte oder bietet wesentlich andere und bessere Aufschlüsse; wesshalb ich mich hier auf die Beschreibung dieses letzteren beschränken will.

Ueber die in neuester Zeit so lebhaft besprochenen metamorphischen Gebilde am Rande des Tonalits habe ich keine Gelegenheit gefunden, eingehende Studien zu machen.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der Beobachtungen aus der Umgebung von Bagolino, so lassen sie sich etwa in Folgendem zusammenfassen.

1) An die nahezu O.-W. verlaufende Dislocationsspalte, welche von Ponte del Caffaro gegen Bagolino und zum Passo della Maniva streicht, lehnt sich südwärts das abgesunkene Triasgebirge, während nach Norden das ältere Schichtensystem aus glimmerigem Phyllitschiefer sich hoch emporhebt und einen eng zusammengefalteten Sattel bildet.

2) Auf diese ältesten Phyllitschiefer legt sich weiter nordwärts in nahezu gleichförmiger Lagerung ein sehr mächtiger Complex von graugrünem Sandstein, Conglomerat und Schiefer mit einem Porphyrlager an.

3) In dem plattigen Sandschiefer dieser Schichtenreihe finden sich Pflanzenreste, wie bei Collio, die als jene des Rothliegenden erkannt wurden und nicht identisch sind mit jenen von Neumarkt-Recoaro.

4) Die obere Abtheilung dieses Complexes nimmt eine etwas röthliche Farbe an, enthält zahlreiche Bänke von Conglomerat, ohne jedoch die Beschaffenheit der sog. Grödener Schichten anzunehmen. Hier ist ein zweites Porphyrlager ausgebreitet.

5) Erst auf dieser Reihe folgen Gesteinbildungen von vorherrschend intensiv rothem Schiefer, Sandstein und

Conglomerat, mit Zwischenlagen weissen Sandsteins, welche den sog. Grödener Schichten vollständig gleichen. Unmittelbar auf diesen liegen die grünlichgrauen Mergelschichten mit *Posidonomya Clarai* (Seisser-Schichten).

7) Weder die Pflanzenreste der Neumarkter - Recoaro Schichten, noch Lager schwarzen Bellerophonkalkes oder des stellvertretenden Dolomits sind hier entwickelt.

8) Das Collio-Pflanzenlager ist entschieden ein älteres, als jenes bei Neumarkt und Recoaro des Grödener-Sandsteins.

9) Rauhwacken, schwarze plattige Kalke, weiche mergelige Lagen und weisse Kalke oder Dolomite betheiligen sich in diesem Gebirge am Weiterbau der Triasbildungen in ausgiebiger Weise, wie in Südtirol.

3. Manivasattel und die Eisenindustrie.

Die im Eingang in Valle di Freg beobachteten Glimmerschiefer-artigen Phyllite setzen von Bagolino westwärts längs des zu den Höhen des Maniva-Passüberganges ansteigenden Wegs ununterbrochen fort. obwohl sie oberflächlich auf grosse Strecken von Schutt überdeckt und dem Auge entzogen sind. Am Rande des Val Recigand fallen die Schichten ziemlich steil südlich ein und diese südliche Schichtenneigung hält ziemlich constant bis zur Passhöhe an. Auf der schmalen Kante des Passes selbst biegen sich die Phyllitschichten zu einem Sattel um, indem die Schiefer S. vom Passe südlich, W. vom Passe nördlich einschiessen. Der südliche Flügel ist aber hier sehr schmal, weil die schon erwähnte grosse O.-W. Dislokationslinie ganz in der Nähe durchzieht und die Schieferschichten plötzlich abschneidet. Jenseits oder S. von der Spalte legen sich sofort röthliche, oolithische Kalkbänke voll von kleinen *Holopellen* und graue Mergelschichten an, welche unzweideutig die Seisser-Schichten verrathen. Aber auch sie sind auf eine geringe Mächtigkeit beschränkt,

indem sofort in S.-Richtung am Kamme gegen den Dosso Alto erst Rauhwacke mit gypsigen Mergellagen und dann mit der Steilwand plattige schwarze Kalke, genau wie an der Comprasalpe von Valle di Freg darüber sich anlegen. Ich verfolgte das Profil aufwärts zum Dosso Alto nicht weiter; dasselbe ist durch Lepsius sehr genau beschrieben worden (a. a. O. S. 58, 64 und 311). Nach dessen Darstellung umschliessen hier die obern Lagen des schwarzen Kalkes die charakteristischen Versteinerungen des Brachiopoden-reichen oberen Muschelkalkes und bilden selbst wieder die Unterlage von Knollenkalken und kohligen Mergelschiefern, welche durch Einschlüsse von *Halobia parthanensis*, *Ammonites Aon*, *A. euryomphalus* und von *A. trompeanus* in den höheren Hornstein-führenden Lagen als die Aequivalente der Buchensteiner Kalke und Wengener Schichten bezeichnet werden. Erst über diesem schiefrigen dunklen Gestein erhebt sich in steilen Wänden der mächtige hellfarbige Kalk — Esinokalk — bis zur Spitze des Dosso Alto.

Ehe die Passhöhe Maniva ganz erreicht worden war, begegneten wir einem Eisenerztransport der primitivsten Art, einem schwachen Ueberrest einer in diesen Alpenbergen einst in hoher Blüthe stehenden Eisenindustrie, deren ich hier mit ein Paar Worten gedenken möchte.

Schon beim Aufsteigen aus dem Thale von Bagolino, wo ein Eisenhohofen steht, fällt eine höchst eigenthümliche Glättung des Wegs auf, welche streckenweis wie polirt und von Gletscherstreifen überzogen aussieht. Es rührt dies von einer ganz besonderen Art des Erztransportes her, welcher darin besteht, dass von der Passhöhe herab auf dem steil abschüssigen Wege die Erze in Säcken gefüllt an besonders stark geneigten Stellen auf hölzerner Unterlage an der Erde fortgeschleift werden. Mit oft rasender Geschwindigkeit schiessen die jungen, nicht überflüssig reichlich bekleideten Burschen den Erzsack hinter sich nachziehend und vorn mit den

nackten Füssen gleichsam rudernd, die Richtung bestimmend und die Geschwindigkeit regulirend in halb liegender Stellung über die steilen Stellen hinab. Das Erz wird aus dem jenseitigen Val Trompia in eben so ursprünglicher Weise zum Sattel emporgeschafft. Man begegnet hier ganzen Reihen von Weibern und Kindern, welche die schwere Last in hölzernen Trögen oder kleinen Säcken zu einer Erzhütte am Passe mühselig hinaufschleppen.

Leider lässt sich aus eigener Anschauung nur mehr Weniges über diesen früher ebenso ausgedehnten, wie ganz eigenthümlichen Eisenhüttenprocess in den Bergamasker Bergen berichtet. Er gehört bereits fast ganz der Geschichte an, die so viel von dem berühmten Bergamasker Eisen und dem Brescianstahl zu erzählen weiss. Jetzt muss man bis in die hintersten und entlegensten Winkel vordringen, um noch die letzten Spuren der alten Kunst zu entdecken. Die schrankenlose Entwaldung der früher so forsteureichen Berge, die unaufhaltsame Concurrenz des wohlfeileren Eisens, welche aus dem Ausland eingeführt wurde, die Kostspieligkeit des Transportes sowohl des Rohmaterials, wie der Fabrikate in den Bergen und aus denselben heraus wirkten zusammen, das Kleingewerbe, das in zahreichen Eisenhütten und Hammerwerken ausgeübt, selbst in die entlegenen Thäler Leben, Verdienst und damit eine gewisse allgemeine Wohlhabenheit gebracht hatte, fast gänzlich zu zerstören. Nur einige wenige Hohöfen und Puddlingsöfen suchen durch concentrirten und verbesserten Betrieb gegen die Concurrenz das Feld siegreich zu behaupten; doch können auch sie meist nur zeitweise in Gang gehalten werden. Bei dem Mangel des Landes an fossilem Brennstoffe und der kostspieligen Beschaffung desselben von auswärts scheint es trotz der Vorzüglichkeit der Erze kaum für die Dauer möglich, die Eisenindustrie in den Bergamasker Bergen zu erhalten. Eher dürfte es ökonomisch zulässig sein, die besseren Sorten Erze ins Ausland

zu transportiren und dort zu verhütten, vielleicht bei ihrem hohen Gehalt an Mangan selbst Ferromangan zu erzeugen.

Der weitverbreitete Reichthum des Bergamasker Gebirges an hochhaltigen Eisenerzen von ganz vorzüglicher Beschaffenheit, wie solche die stark manganhaltigen Spatheisensteine darbieten, sowie die leichte Art, aus denselben stahlartiges Stabeisen und selbst Stahl darzustellen, hatten schon in den ältesten Zeiten die Kunst des Eisenschmiedens hier wachgerufen. Selbst zur Römerzeit war das Eisen von Comum, das aus den benachbarten Bergen stammte, fast so gesucht, wie das berühmte ferrum noricum aus Steiermark.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Gutartigkeit der meisten Eisenerze ursprünglich die einfachste Darstellung eines stahlartigen Schmideisens unmittelbar aus den Erzen in offenem Herde durch eine Art Rennarbeit, später durch Windöfen ermöglichte. Es finden sich nämlich neben Eisenglanz und Brauneisenstein hauptsächlich Spatheisensteine in grosser Menge, deren Mangangehalt meist sehr beträchtlich ist. Curioni[6]) der verdienstvolle Förderer der lombardischen Eisenindustrie, hat zahlreiche Vorkommnisse untersucht und giebt von einem Erz aus der Grube Piazetta einen Gehalt an kohlensaurem Manganoxydul von 11,5% neben dem an kohlensauren Eisenoxydul von 82% an.

Aus diesem anfänglichen Verfahren der Rennarbeit scheint sich später jene Art der Stabeisendarstellung entwickelt zu haben, welche man die italienische Luppenfrischmethode zu nennen pflegt. Sie zeichnete sich dadurch aus, dass die Erze in einem ersten vorbereitenden Processe in dem Herde gebraten d. h. bis zum Zusammenbacken stark geröstet und dann aus dem Feuer herausgenommen wurden, um die so vorbereiteten Erze nunmehr

6) Geologie delle Prov. Lombarde II. p. 124.

auf dem mit Kohle eingefüllten Herde vor dem Gebläse zu schmelzen und aus dem auf diese Weise reducirten Eisen ein Frischstück — Masello — herzustellen. Nachdem bei dieser Arbeit beiläufig 1½ Zt. Erz in 4—5 Stunden wieder geschmolzen war, wurde die Schlacke rein abgezogen, der Wind eingestellt und das Eisenstück aus dem Herd gebrochen, um es nun weiter unter dem Hammer zu einem Kolben und bei den folgenden Erzschmelzen zu Stäben auszustrecken.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei der Leichtflüssigkeit der Erze aus diesen einfachen Herden nach und nach eine Art Schmelz- oder Stückofen dadurch entstand, dass die Wände des Herdes erhöht und das flüssige Eisen anstatt herausgebrochen, nach dem Einschmelzen abgestochen wurde. Schon frühzeitig waren hierbei Wassertrommelgebläse im Gebrauch. Eigentliche Hohöfen dürften nicht vor Anfang des 17. Jahrhunderts Eingang in das Bergamasker Hochgebirge gefunden haben. Nach dem Stande zu Anfang dieses Jahrhunderts erzeugte man in ziemlich zahlreichen Hohöfen sowohl graues, wie weisses Roheisen meist ohne Zuschlag, wesshalb der Gang der Oefen vielfach ein unsicherer war.

Die weitere Verarbeitung dieses Roheisens geschah bis vor Kurzem in Herden entweder zu stahlartigem Schmiedeisen oder zu wirklichem sog. Brescianstahl.

Die Bergamasker Frischschmiede ging aus der Methode der alten Rennherde hervor, indem man ein zweimaliges Schmelzen vornahm. Zuerst wurde der Herd von der vorigen Arbeit gereinigt, dann stellte man eine Vertiefung von festgeschlagener Kohlenlösche her und brachte das zerkleinerte Roheisen darauf, bedeckte es mit angefeuchteter Kohle, liess das stark stechende Gebläse an und schmolz in beiläufig 5—6 Stunden etwa 1½ Zentner Roheisen ein. Die folgende Arbeit bestand darin, die Rohschlacke abzu-

stechen, auf das abgeräumte noch flüssige Roheisen Hammerschlag, wohl auch Schlacke und Sand zu werfen, diesen Zuschlag unter das Eisen zu rühren bis dieses eine teigartige Beschaffenheit annahm und sich in kleine Stücke zertheilen liess, wodurch man die sog. Cotizzo erhielt. Diese Stücke wurden nun herausgeschaufelt, der Herd wieder gereinigt, mit frischen Kohlen gefüllt, die Eisenstücke darauf gebracht und noch einmal nieder geschmolzen. Man erhielt so ein Frischstück — den Masello — der nach Abräumen des Herdes herausgenommen und unter den Hammer gebracht und zu sog. Taglioni ausgeschmiedet wurde. Das weitere Ausstrecken erfolgte bei dem ersten Einschmelzen unter kleinen Hämmern. Das auf diese Art erzeugte Stabeisen war meist von vorzüglicher Güte, stahlartig — ferro forte — und diente namentlich in Brescia zur Verfertigung der mannichfaltigsten sehr geschätzten Werkzeuge und Instrumente. Zu Anfang dieses Jahrhunderts zählte man noch gegen 120 Schmiedfeuer in Val Trompia und Val Sabbia [7]) und die Stadt Brescia konnte sich wegen ihrer Eisen- und Stahlfabrikation den stolzen Namen „armata" beilegen..

Was die Erzeugung von Stahl anbelangt, so war diese immer eine sehr beschränkte; sie fand systematisch nur in Bagolino statt; und zwar durch zweimaliges Schmelzen von weissstrahligem Roheisen zwischen Kohlenklein, wobei man bei dem ersten Einschmelzen Hammerschlag zusetzte. Ausserdem wurde im Gegensatz zur gewöhnlichen Schmiedeisenerzeugung vermieden, das schmelzende Eisen dem Windstrom des Gebläses direkt auszusetzen, um ein zu starkes Verbrennen des Kohlenstoffs zu verhindern. Der ausgehobene Stahldeul wurde noch glühend im Wasser abgelöscht. Man erhielt auf diese Weise den sog. Acciajo na-

7) Brocchi, Trattato mineroralogico et chimico sulle minieri di ferro del depart: del mella Brescia 1808 II Vol.

turale, unterschied aber im Handel feinen Brescianstahl zu Klingen und Instrumenten und ordinären Brescianstahl zu gewöhnlichen Werkzeugen verwendbar.

Jetzt sind es nur mehr wenige Hohöfen und Puddlingsöfen, welche an die Stelle der alten zahlreichen Herdfeuer getreten sind. Es ist ein betrübender Anblick so vielen Ruinen einer sonst so blühenden Industrie in den nunmehr stillgewordenen Thälern zu begegnen wo uns so zahlreiche Schlackenhalden an ebenso viele Stellen einer zu Grabe getragenen Industrie erinnern.

Kehren wir zu unseren geologischen Betrachtungen im Passo della Maniva zurück, so ist zu bemerken, dass von der Passhöhe abwärts zum Val Trompia bei St. Colombano uns in fast gleicher Richtung streichend vorherrschend dunkler Phyllit begleitet. Stellenweis liegen Schollen glimmerglänzenden hellfarbigen Schiefers oder gneissartige Schichtencomplexe mitten darin, welche man wohl am besten ihrer Stellung wegen unter der Bezeichnung Phyllitgneisse zusammenfasst. Ihrem petrographischen Charakter nach stellen sie bald typische Gneisse dar, sogar ausgezeichnete Augengneissvarietäten mit grossen rundlichen Knollen von Orthoklas, bald tragen sie das Gepräge der sog. Sericitgneisse und der Casannaschiefer Theobald's an sich, wie ich sie von Theobald selbst aus der Gegend des Casannapasses in der Churer Sammlung als solche bezeichnet fand. Diese vielgestaltig ausgebildeten jüngeren Gneisse spielen eine bisher noch nicht gehörig gewürdigte grossartige Rolle in dem ganzen System der Alpen und in fast allen Phyllitgebieten älterer Gebirge. Wir werden später eingehender davon handeln, erwähnt sei hier nur vorläufig, dass sie auch im Gebiete der Bergamasker Alpen einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der ältesten Schieferregionen nehmen und ungemein häufig vorkommen.

Zum Mellathale allmählig herabsteigend bemerkt man, dass die O.-W. Verwerfungsspalte, welche westwärts noch weiter fortstreicht, in immer ältere Schichten einschneidet, unter welchen namentlich der grellrothe Servino schon von ferne sich bemerkbar macht. Durch einige mit der Hauptspalte nahezu parallele Risse scheint hier in dem obersten Theile des Val Trompia das Gebirge in unregelmässig nebeneinanderliegende Gesteinskeile verschoben. Nahe bei dem Orte St. Colombano fallen die Phyllitschichten noch nach S. ein, während schon an der Kirche der Mühle gegenüber, aber bereits jenseits d. h. südlich der grossen O.-W. Verwerfungsspalte nördlich einfallende graue, gelbverwitternde Mergel der Seisser Stufe anstehen. Wir betreten damit das eigentliche Gebiet von Val Trompia, welches in gleicher Weise durch die interessantesten Vorkommnisse und Lagerungsverhältnisse wissenschaftlich, wie durch den Reichthum an Eisenerzen praktisch grosse Berühmtheit erlangt hat. Leider war es mir selbst nicht in einem Falle vergönnt, eine Erzgrube zu befahren, da dieselben theils dauernd verlassen sind, theils zeitweise ausser Betrieb standen. Meine Beobachtungen beschränken sich daher bloss auf das Ausstreichende der Lagerstätten. [8])

### 4. Collio, Val Serimando und Mt. Colombino.

Einer der belehrendsten Durchschnitte, ähnlich dem des Valle di Freg bei Bagolino, bietet das bei Collio in's Mella-Thal rechtwinkelig einmündende Val Serimando, welches gegen den Mt. Colombino tief in's Gebirge einschneidet. Es ist bereits dieses Profil von Suess eingehend besprochen worden.

Das erste anstehende Gestein unmittelbar oberhalb des Dorfes ist eine grobbankige Rauhwacke, wie oben in dem

8) Vergl.: Suess a. a. O. S. 11, Curioni a. a. O. p. 121 u. ffd. E. Fuchs Annal. d. mines 1868 VI. Ser. tom. XII 428 u. sqq.

Gebiete des Caffarothals bei den Alper Compras und Cadino. Sie liegt mit südlichem Einfallen unmittelbar auf gleichförmig geneigten schiefrigen Gesteinen der Campiler und Seisser Schichten, welche durch zahlreiche organische Einschlüsse auch hier sicher als solche sich zu erkennen geben. Besonders bemerkbar machen sich gegen das Liegende zu mächtige intensiv rothe Lettenschiefer (Servino) mit linsenförmigen Einlagerungen von Spatheisenstein und Einsprengungen von Eisenglanz, dadurch lebhaft an das gleiche Vorkommen in den gypsführenden bunten Werfener Schiefer bei Berchtesgaden erinnernd. Ein grünliches, stark verwittertes Eruptivgestein, ähnlich dem auch zwischen St. Colombano und Collio beobachteten, setzt hier gangartig durch. Der hohe Grad seiner Zersetzung macht es unthunlich, seine ursprüngliche Zusammensetzung genauer festzustellen, doch scheint auch dieses Gestein dem Typus des Mikrodiorits anzugehören.

Unter dem rothen Servino folgt thalaufwärts sofort rother Sandstein in mächtigen Bänken geschichtet und unter 56° nach S. einfallend. Das Gestein gleicht in auffallender Weise dem sog. Grödener Sandstein, enthält nur spärlich Conglomeratzwischenlagen und zeigt weniger den Charakter der sog. Verrucano's, obwohl einzelne Porphyrgerölle darin eingebacken vorkommen.

Diese Sandsteinschichten biegen sich thalaufwärts in der Nähe einer zweiten Brücke um, nun mehr nach N. einfallend und brechen dann rasch an einer Verwerfungsspalte völlig ab, an welcher dafür glimmeriger Phyllit sich einstellt. Es streicht also hier die grosse O.-W. Verwerfung durch, die wir zuletzt bei St. Colombano erwähnt haben. Doch wird hier im Serimando-Thal die Hauptverwerfung noch von mehreren Nebenspalten begleitet, welche bewirken, dass nach kurzer Strecke der Phyllit wieder verschwindet und noch einmal ein zerrissener und

unregelmässig gelagerter Complex des rothen Sandsteins in der Nähe des Seitenthälchens Marseghino auftaucht. Doch auch dieser hat keinen Bestand und es folgt nun erst der Hauptzug des Phyllits der in bedeutender Mächtigkeit bis hoch an das Gehänge des Mt. Colombino und Mt. Dasdana einer Seits gegen Passo della Maniva anderer Seits gegen Mt. Crestoso über die Hütten Bianchino emporreicht. Dabei beobachtet man ein fast constantes unter durchschnittlich 65° nach N. geneigtes Einfallen. Nur untergeordnet liegen in diesem Phyllit gleichförmig eingebettet granitischer Gneiss und häufiger jene Gneissvarietät, welche in der Schweiz und von Suess als Casannaschiefer bezeichnet wurden. Wir haben solche Zwischenschichten, sog. Phyllitgneiss, schon bei Absteigen vom Maniva-Pass kennen gelernt. Bemerkenswerth sind hier nun noch jene fast dichten Varietäten dieses Gesteins, welche ein Feldstein-ähnliches Aussehen annehmen und nur vereinzelte Körnchen von Orthoklas und Quarz in der Grundmasse namentlich auf dem Querbruche erkennen lassen. Wir werden später darauf zurückkommen.

An einer kesselförmigen Schlucht, in welche die letzten obersten Ausläufer des Serimando Thals sich gabeln, erhebt sich über diesem Phyllitgebiete plötzlich eine fast senkrechte hohe Porphyrmasse und zieht sich lagerförmig an dem Gehänge gegen die Höhe des Mt. Mufetto fort. Der Porphyr ist von röthlicher und grauer Farbe und kommt dem des ersten Zugs im Valle di Freg ziemlich gleich, doch ist er vorherrschend dunkler gefärbt. Es kommen zwei Farbenvarietäten vor, eine braunröthliche und grünlichgraue. Bei näherer Betrachtung erweisen sich beide gewissermaassen als Uebergänge zu Porphyrit, da sie sehr grosse Mengen von Plagioklas und hier und da auch Hornblende enthalten, im Uebrigen aber aus einer anscheinend dichten Grundmasse mit reichlich eingestreuten Quarzkörnchen, Feld-

spath, Glimmerblättchen, nebst rundlichen Magneteisenkörnchen bestehen. Bei der braunrothen Varietät ist die Grundmasse sehr dicht, ohne dass sie bei schwacher Vergrösserung sich in einzelne Bestandtheilchen auflöst; diese treten erst bei stärkerer Vergrösserung und bei Anwendung von polarisirtem Lichte deutlich als feinste, auch in p. L. einfarbige Nädelchen hervor, zwischen denen in reichster Menge feinster Staub eines schwarzen Eisenminerals, eingestreut ist. Bei der grünlichgrauen Varietät ist die Grundmasse viel deutlicher, schon bei schwacher Vergrösserung leicht kenntlich feinkrystallinisch ausgebildet. Die kleinen Feldspathkryställchen der Grundmasse sind im p. L. einfarbig, während zahlreiche grössere Ausscheidungen einem Plagioklas angehören. Die fasrige dunkelolivengrüne Hornblende ist nur in vereinzelten Kryställchen beigemengt.

Die Analyse dieses Porphyrs ergab mir übrigens eine Zusammensetzung, wie sie viele Porphyre besitzen, nämlich:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure | 71,50 |
| Titansäure | 0,25 |
| Thonerde | 10,79 |
| Eisenoxyd | 3,52 |
| Eisenoxydul | 2,88 |
| Manganoxydul | 0,30 |
| Kalkerde | 0,15 |
| Bittererde | 0,31 |
| Kali | 6,87 |
| Natron | 2,76 |
| Kohlensäure | 0,13 |
| Phosphorsäure | Spuren |
| Wasser | 1,00 |
| | 100,46 |

Es geht daraus das Vorherrschen eines Kalifeldspaths unzweideutig hervor, während der geringe Kalkgehalt und

relativ kleine Natrongehalt die nur untergeordnete Betheiligung eines Plagioklases beweisen.

Ueber diesen Porphyr streichen graue und grünlichgraue Sandstein- und Conglomeratbänke zu Tag, wie solche im Valle di Freg oberhalb des ersten Porphyrlagers beobachtet wurden. Beiläufig 50 m. über dem Porphyr ist in diesem System der Sandsteine jenes berühmte Lager schwärzlicher, plattiger, ziemlich dünnbankiger Sandsteinschiefer gleichförmig eingebettet, welche die viel besprochenen Dyaspflanzen enthalten. Das Lager zieht sich hier am Südgehänge des Mt. Dasdana gegen Mt. Maniva empor. Die Schichten sind beiläufig 30 m. mächtig und fallen in St. 11 mit 35° nach N.-W. ein; man gewinnt aus ihnen ein Material zum Dachdecken und z. Th. auch zur Herstellung von Wetzsteinen.

Ich verdanke der besondern Gefälligkeit des um das Auffinden und die Ausbeutung dieses berühmten Pflanzenlagers so wohlverdienten Directors Bruni in Collio[9]) ein Sammlung dieser Pflanzenreste, welche merkwürdiger Weise in Bezug auf die Art der Erhaltung und auf die Beschaffenheit des Gesteins dem durch Pichler entdeckten Vorkommen von Steinach gleichen. Die Pflanzenreste sind im Ganzen ziemlich schlecht erhalten. Bestimmt wurden von Geinitz früher folgende Arten:

| | |
|---|---|
| *Walchia piniformis* | *Sphenopteris oxydata* Göpp. |
| „ *filiciformis* | „ n. sp. aff. *Guetzoldi* |
| *Schizopteris fasciculata* Gutb. | „ Gutb. = *(Suessi)* |
| *Noeggerathia expansa* Brongn. | „ *tridactylites* Brongn. |
| | Unbestimmbares. |

9) Leider war dieser vortreffliche und wohlwollende Naturforscher bei meinem Besuche in Collio abwesend, doch habe ich durch seine Freundlichkeit wichtiges Material erhalten, wofür ich bei dieser Gelegenheit gerne meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Ausser diesen nicht sehr zahlreichen Pflanzenresten finden sich neben den von Curioni erwähnten *Estheria minuta*-ähnlichen Thierformen ziemlich häufig Fussspuren von *Chirotherium*-artiger Form zwar deutlich genug, um sie mit aller Bestimmtheit als zu einer Gruppe von Thieren gehörig zu erkennen, aber doch nicht zureichend scharf, um mehr als die äusserliche Form-Aehnlichkeit mit *Saurichnites* Gein. des deutschen Rothliegenden zu constatiren.

Welchen Thierarten aber sie auch zugetheilt werden mögen, soviel ist klar, dass die Schiefer, in welchen sie vorkommen durch dieselben als eine Strand- oder Uferbildung charakterisirt werden in Uebereinstimmung mit den Pflanzeneinschlüssen, die vom damals nahen Festlande abstammend in das anstossende seichte Meer eingeschwemmt worden sind. Noch bestimmter beweisen die auf den Schichtflächen hervortretenden, oft netzförmigen Rippen, welche die Ausfüllungen von Austrocknungsrissen darstellen, dass diese Gebilde am Strande zeitweise bloss gelegt waren, so dass sie austrocknen konnten. Ausserdem kommen noch eigenthümliche Butzen- oder Knollen-förmige festere Erhabenheiten auf den Schichtflächen vor, welche man, wohl nicht mit Recht, als Früchte (frutti) deutet, es scheinen vielmehr bloss Mineralconcretionen oder Wülste zu sein.

Ueber diesen Pflanzenschiefern lagern oft tuffige feine, grünlichgraue, zu Wetzstein brauchbar Sandsteine, und Breccien von schmutzig röthlichgrauer und grünlichgrauer Farbe, bis sich etwa 150 m über dem Porphyrlager rothe Conglomerate und Sandsteine einstellen, die ununterbrochen bis zum Gipfel des Mt. Colombino fortsetzen. Ob diese zu oberst nur schwach nach N. einfallende Gesteinsreihe noch der unteren Region zuzurechnen oder aber bereits dem sog. Grödener Sandstein gleichgestellt werden müsse, ist wegen des Mangels einer direkten Ueberlagerung von *Posidomomya Clarai*-Mergel schwer zu entscheiden. Es

sollen solche Mergelbildungen zwar in den nördlich vorliegenden Bergen zu finden sein z. B. am Mt. Bordell, aber ich habe sie nicht selbst beobachtet.

Abgesehen von geringerer Mächtigkeit der Schichten des sog. Rothliegenden finden wir demnach in diesem Profile bei Collio eine völlige Uebereinstimmung der tieferen Lagen mit jenen des Valle di Freg bei Bagolino. Beide Bildungen sind geologisch bestimmt als identisch zu betrachten und das Pflanzenlager von Collio gehört unzweifelhaft einem viel älteren Horizonte an, als das Neumarkt-Recoaro-Lager. Dagegen ist sehr bemerkenswerth, dass hier am Südrande der Schieferzone der Complex der rothen, den Grödener Schichten gleicher Sandstein und Conglomerate ohne Begleitung der älteren grauen Schichten des sog. Rothliegenden auftritt. Dies spricht mit Bestimmtheit für die Unabhängigkeit beider Bildungen, die grösser ist, als es bei zwei verschiedenen Gliedern einer Formation vorzukommen pflegt. Gehören beide Bildungen aber zwei grösseren Bildungszeiten an, so kann der rothe Sandstein wegen seines innigsten und constanten Verbandes mit dem *Posidonomya Clarai*-Mergel nur dem Trias zugezählt werden, nicht aber für ein Aequivalent der oberen Dyas oder des Zechsteins gelten.

### 5. Val Trompia und Pezzazo.

Das Thal der Mella schneidet unterhalb Collio wieder in den typischen rothen Sandstein und die Conglomeratbänke ein, wie wir sie als unmittelbare Basis der *Posidonomya Clarai*-Mergel bereits kennen. Zwischenlagen von schwarzem Kalk oder von gelbem Dolomit (Bellerophon-Schichten) lassen sich auch hier durchaus nicht beobachten.

Gleich unterhalb Collio setzt in diesen rothen sandig-conglomeratigen nach S.-W. einschiessenden Bänken ein

schmaler, aber sehr deutlich ausgeprägter Gang von Spatheisenstein durch. Daneben steht auch ebenso sicher fest, dass weitaus die grösste Anzahl der Bergamasker Spatheisensteinerze flötzweise im Servino eingebettet sind und dass ein gangweises Auftreten nur zu den sekundären Erscheinungen zu zählen ist.

Verbindet man beide Thatsachen mit einander, so scheint daraus hervorzugehen, dass zwar der eigentliche Herd der Bergamasker Eisenerze der Servino ist, in welchem zahlreiche Flötze oder linsenförmig ausgebildete Lagen eingeschlossen vorkommen, dass aber ausserdem noch von dieser flötzweisen Ausbreitung aus eine nachträgliche Bildung von Erzen auf Gangspalten des benachbarten, hauptsächlich untergelagerten Gesteines stattfand. Auf diese Art scheint sich vielfach das flötzweise mit dem gangweisen Vorkommen vereinigt einzustellen; doch dürften weitvorherrschend auf den ersteren die in früheren Zeiten ungemein zahlreichen Eisenerzbergwerke ihre Baue betrieben haben.

Der Thalweg bietet etwas weiter abwärts auf der neu angelegten Strassenstrecke nächst Bovegno ein Profil im rothen Sandstein, wie es besser ausgeschlossen nicht wohl in diesem Gebirge wieder zu finden sein möchte. Da wo die neue von der alten Strasse abgeht, stehen grosse Bänke des rothen Sandsteins mit nur spärlichen Quarzgeröllen steil nach S. einfallend an. Intensiv rothe Lettenschiefer bilden darin Zwischenlagen. Nun folgt auflagernd:

1) 1,3 m mächtig weisser Sandstein,

2) 1,0 „ „ dünngeschichteter, wellig gebogener, grünlicher Sandsteinschiefer,

3) 1,75 „ „ braunes, mullig zersetztes, dolomitisches, Gestein mit Eisenerz (ein Eisenerzflötz).

4) 1,55 „ „ dichter, harter, spathiger, braunverwitternder Sandstein,

5) 30,0 m mächtig grauer, gelbverwitternder Mergelschiefer mit *Posidonomya Clarui* der Seisser Schichten mit festeren Zwischenbänken und einzelnen Sandsteineinlagerungen,

6) 24 m „ bis zur Brücke meist intensiv rothe Schiefer wechsellagernd mit festen dolom. Bänken und der sehr charakteristischen Conglomeratbank und dem rothen Oolith voll von *Holopellen*,

7) 60,0 m „ S. von der Brücke Fortsetzung dieser Schichtenreihe, in sandigen Bänken *Myophoria* vom Typus der *fallax* u. A.

8) 5,0 m „ intensiv rothe Mergelschiefer,

9) 45 m „ verrutschtes und bedecktes Terrain,

10) 50 m „ Rauhwacke, grosslückig, porös, stellenweis mergelig und gypsig, im Hangenden mit einer Lage intensiv rothen Mergels,

11) 30 m „ schwarzer, dünngeschichteter Kalk, unter dolomitisch, gelb verwitternd, nach oben fasrig mit thonig glimmerigglänzenden Flächen, ohne deutliche Versteinerungen,

12) 10 m „ nahe bei Zigole ein mächtiger Stock eines grünen, in Folge der Zersetzung braunen Eruptivgesteins (nach Lepsius Microdiabas S. 174 u. 314). Die Grenze gegen den schwarzen Kalk ist nicht direkt entblösst, doch ist die Lagerung des letzteren nicht merklich gestört,

13) 8 m „ es folgen nun knollige, schwarze Kalke mit zahlreichen *Brachiopoden (Terebratula vulgaris, Spirigerina Mentzelei)*, Reste von *Ammoniten*, *Encriniten* Stielen und zahlreichen *Pentacriniten*. Es ist

dies die bekannte Brachiopodenbank des alpinen Muschelkalks.

14) 2—3 m mächtige schwarze verwitternde stark knollige Kalke mit Hornsteinputzen ganz nach Art der Buchensteiner Kalke,

15) 50 m „ wohl- und dunngeschichtete, schwärzliche Kalkschiefer mit zwischengelagerten Tuffschichten, splittrig brechender Pietra verte und bröcklichem schwarzem Kalkmergel mit zahlreichen Versteinerungen, darunter die charakteristische *Halobia Lommeli.* — also typische Wengener Schichten.

Bemerkenswerth ist eine mittezwischenliegende intensiv rothe Mergelschicht (Brücke bei Ajale).

Wir haben in diesem Durchschnitte ein lehrreiches Profil von dem rothen Grödener Sandstein durch die Seisser und Campiler Schichten, den Muschelkalk, den Wengener Mergel bis nahe zum Kalk des Dosso alto ganz genau in der Entwicklung Südtirols vor uns, nur dass unten die Bellerophonkalke fehlen, wenn man nicht die Schichten unter 2) und 3), dafür ansehen will, und unter der Brachiopodenlage des Muschelkalks ein mächtiger Complex schwarzer Kalke sich bemerkbar macht. Thalabwärts heben sich in Folge einer Schichtenverrückung noch einmal die Bänke des Brachiopodenmuschelkalks hervor und werden nahe bei Etto wiederum von Wengener Halobien-Schichten überdeckt.

Wendet man sich bei Taverna-Lavone vom Hauptthale in das Seitenthal gegen Pezzaze, so durchschneidet man denselben Schichtenzug noch einmal meist in schönen Aufschlüssen bis zu der Rauhwacke, aber in umgekehrter Ordnung. Bei Pezzaze liegt mächtiger Schutt über den tieferen Gesteinsmassen.

Wir wissen nunmehr nach diesem Profil genau, dass der schwarze plattige Kalk unter der Brachiopodenbank des Muschelkalks liegt.

6. Der Durchschnitt zwischen Pezzaze und dem Iseosee und Ogliothale.

Bei dem Uebergange vom Pezzaze über die hohe Colina di Szeno in das Val Paletto wiederholt sich fast genau dieselbe Erscheinung, wie am Pass Maniva. Man steigt von Pezzaze an über stark von Gebirgsschutt überdecktes, nicht sehr steiles Gehänge, in dessen Untergrund an zahlreichen Stellen glimmerreicher Phyllit mit südlichem Einfallen beobachtet wurde.

Auf der Passhöhe selbst erkennt man bestimmt eine Sattelbiegung der Phyllitschichten, so dass sie im S. südwärts, im N. nordwärts einfallen. Beiderseits legen sich nun unmittelbar über dem Phyllit die Schichten des rothen Sandsteins an, die wir fortan gradezu als Grödener Schichten bezeichnen wollen, weil die in Italien und in der Schweiz wohl auch für diese Bildung in Anwendung gebrachte Bezeichnung „Verrucano“ wegen Verwechselung mit den Conglomeraten des Rothliegenden nicht weiter zulässig erscheint.

Die rothen Sandsteinbänke sind flach geneigt und tragen nun beiderseits die im Val Trompia bezeichneten hangenden Schichten, wenn auch in weniger guten Aufgeschlüssen über sich. Nordwärts ist es der rothe Sandstein mit conglomeratigen Bänken, welcher sich weit über den Rücken ausbreitet und einerseits einen Flügel gegen das Gebiet des Mt. Colombino, andererseits hinab zum Ogliothal sendet, wo die rothen Sandsteinlagen durch die Felseninseln bei Darfo mit den Schichten am Eingang in das Dezzothal in Verbindung stehen.

Auf der Südseite des Sattels machen sich besonders

die schwarzen Kalke bemerkbar, welche am Gehänge gegen Mt. Guglielmo ausstreichen und in W.-Richtung zum Iseosee fortsetzen. Also auch hier finden wir die Grödenerschichten selbstständig und ohne Begleitung von Rothliegendem unmittelbar über Phyllit entwickelt, was deren Unabhängigkeit immer mehr bestätigt. Dabei ist noch ausserdem zu bemerken, dass wir zwar auf diesem Passe ähnlichen Lagerungsverhältnissen begegnen, wie längs der bis jetzt so vielfach erwähnten O.-W.-Verwerfung, dass aber dieser Punkt weit aus der Streichungslinie nach S. verschoben erscheint. Eine der Judicarien-Spalte gleichlaufende Linie vom Mt. Muffetto herstreichend deutet die Richtung an, in welcher gleichsam eine Schleppung nach S. stattfand, so dass dann westwärts, allerdings nunmehr in NW.-Richtung die Verwerfung fortsetzt. Damit stimmt auch die Beobachtung überein, dass von Colina di Szeno abwärts durch das Palettothal uns ununterbrochen in grosser Einförmigkeit die Phyllitschichten begleiten. Erst dicht vor Fraine treten wieder ganz eigenthümliche störende Momente hervor.

Schon ehe man den Ort Fraine erreicht, legen sich plötzlich unmittelbar über Phyllitschichten wieder Bänke rothen Sandsteins an, ohne dass sich eine Spur grauer Schichten, welche dem Rothliegenden zu vergleichen wären, bemerken lässt. Bald hebt sich auch ein typischer Quarzporphyr aus dem Untergrunde hervor und die rothen Sandsteine der Grödener Schichten stehen hier genau in demselben Verhältnisse zu diesem Porphyr, wie in der Botzener Gegend oder in dem Distrikte von Belluno in dem Bündener Gebirge. Was aber diese Wechselbeziehung zwischen rothen, zuweilen conglomeratigen Sandsteinlagen und dem Porphyr hier noch interessanter macht, ist die Thatsache, dass, wie sich dies an der grossen Wegkrümmung zwischen Fraine und Sonvico gut beobachten lässt, in

der Porphyrnähe der Sandstein in eine dem Sericit- oder Phyllitgneiss sehr ähnliche Gesteinsart übergeht, genau so, wie ich es bei Stuls unfern Belluno und auch mehrfach im Davoser-Thale beobachtet habe.

Es legt sich nämlich zunächst an den normalen Porphyr eine flaserig schiefrige Bildung an, welche in der Hauptmasse einem hellfarbigen Porphyr oder häufiger einem Thonstein gleichkommt und in dieser gleichförmig dichten feldsteinharten Hauptmasse einzelne Ausscheidungen von Quarz, Orthoklas und Glimmer enthält, zugleich aber durch eine weiche, hellgrüne Sericit-artige Substanz durchflasert ist, so dass das Gestein im Ganzen ein schiefriges Gefüge annimmt und manchen Phyllitgneissvarietäten oder sog. Porphyroiden täuschend ähnlich wird. Man könnte solche Gebilde wohl Porphyrschiefer nennen. Nun ist oft zwischen diesem Flaserschiefer und dem rothen, schiefrigen Sandstein kaum eine Grenze zu finden, und wo diese hervortritt, stellt sich eine eigenthümliche Breccienbildung ein, welche aus meist kleinen scharfen Bröckchen von Porphyr, Quarz und, was besonders bemerkenswerth erscheint, von Phyllit verkittet durch eben jene Feldstein- und Sericitähnliche Masse, welche wir oben bei dem flaserigen Schiefer kennen gelernt haben, besteht. Damit scheint angedeutet zu werden, dass die Bildungszeiten des rothen Sandsteins und die Eruption des Porphyrs nicht sehr weit auseinander liegen.

Um diese dem ächten Phyllitgneiss im Aeusseren oft täuschend ähnlichen Gesteine der Porphyre und der Reihe der Grödener Sandsteine, wie solche mit dem sog. Verrucano der Schweizer Geologen häufig in Verbindung treten, näher kennen zu lernen, wurde die Sericit-artige Substanz einer Analyse unterworfen und dadurch deutlich erkannt, dass hier das äussere Aussehen der Masse uns ein trügerisches Bild vorführt.

Die grüne Sericit-ähnliche Zwischenmasse ist zu 22,4% durch Schwefelsäure zersetzbar und ausserordentlich Kieselsäure-reich.

In nachfolgenden bezeichnet:

I. die Bauschanalyse dieser grünlichen Substanz,

II. die Zusammensetzung des in Schwefelsäure zersetzbaren Antheils (22,4%) nach H. Schwager's Untersuchung,

III. die von Lossen aufgestellte theoretische Zusammensetzung des Nassauer Sericits:

| Bestandtheile | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| Kieselsäure . . . | 82,69 | 58,78 | 51,43 |
| Thonerde . . . | 8,36 | 19,41 | 25,06 |
| Eisenoxydul . . . | 2,57 | 4,71 | 8,77 |
| Kalkerde . . . . | 0,46 | 0,67 | — |
| Bittererde . . . | 0,58 | 1,01 | — |
| Kali . . . . . . | 2,65 | 7,76 | 11,45 |
| Natron . . . . | 0,17 | 0,16 | — |
| Wasser . . . . | 1,93 | 5,94 | 3,29 |
| Summe | 99,41 | 98,44 | 100,00 |

Die grüne Substanz scheint demnach eine Vermengung von Quarz mit einem Onkosin-artigen Mineral darzustellen, welche nur äusserliche Aehnlichkeit mit Sericit besitzt und einen durch Zersetzung umgebildeten Thonstein darstellt. Aehnlichen Gesteinsübergängen begegnet man häufig in den Graubündener Alpen z. B. bei Stuls, Bellaluna, Bergen, im Davoser Thal, bei Ponte u. s. w.

Ehe man auf dem Wege von Fraine nach Pisogne den Ort Sonvico erreicht, legt sich jenseits der Porphyrkuppe

wieder der Complex der Grödener Schichten und unmittelbar darüber die Seisser- und jüngeren Mergelschiefer an, denen in der tiefen Schlucht von Valle Tel grossluckige Rauhwacke folgt. Eine Verwerfung schneidet diesen Schichtenzug plötzlich ab und bringt weiter abwärts noch einmal die Schichten des rothen Sandsteins und der Conglomerate zum Vorschein. Diesen legen sich dann wieder in normaler Folge die Seisser-, Campiler-Schichten und in der Schlucht der V. Torbiolo bei Pieve vecchia zum 2 Male Rauhwacke, hier mit weichen gypshaltigen Zwischenschichten an, um ihrer Seits weiter dem schwarzen Kalke zur Unterlage zu dienen, der das Steilgehänge SO. oberhalb Pisogne bildet und durch den See quer durchstreichend oberhalb Lovere an der nördlichen Thalseite wieder auftaucht.

Bei diesem leicht zu überblickenden Fortstreichen der Schichten von O. nach W. oder NW. und NO. ist bemerkenswerth, dass die bisherige vorherrschend O.-W., oder doch SO.-NO. Streichrichtung nunmehr auf der Westseite des Ogliothals fast rechtwinkelig sich abbiegt und sofort auf eine weite Gebirgsstrecke hin von SW. nach NO. gewendet bleibt, ohne dass damit tief einschneidende Veränderungen in der Zusammensetzung der Gebirgsschichten verbunden sind.

Denn gleich oberhalb Lovere finden wir unter den mächtigen Diluvialnagelfluhbänken der Thalterrasse denselben schwarzen Kalk, wie bei Pisogne, und bei Volpino eine mit der Rauhwacke verbundene, erstaunlich mächtige Gypsbildung, auf der hier fast das ganze Dorf steht. Sie zieht sich über Castello zum Sattel des Kirchleins S. Vigilio o Lovano zu dem wir über die grossartigen Schutthalden des schwarzen Kalks emporsteigen. Das Steilgehänge gegen das Ogliothal oberhalb Rogno wird von schroffen Felsrippen der rothen Sandsteine und Conglomerate gebildet, welche auch in dieser Gegend an dem Felsen des Kirchleins

S. Vigilio Seisser- und Campiler Schichten über sich tragen. Wir haben also hier noch ganz die regelmässige Aufeinanderfolge von den Grödener Schichten bis zum Muschelkalk. Der Weg von S. Vigilio über Monti, Anfuro bis Angolo in Dezzothale führt ununterbrochen über diese fast in gleicher Richtung streichenden Triasglieder, unter denen auch hier der röthliche, von Holopellen-Kerne erfüllte Oolith in's Auge sticht. Erst kurz vor Angolo steigt man auf steilem Gehänge über rothe Sandsteinbänke zum Dezzothale hinab.

### 7. Dezzothal — Val di Scalve.

Die neue, durch das Dezzothal[10]) gebaute Strasse hat nicht nur das an den herrlichsten Naturschönheiten überreiche Schluchtenthal zugänglich gemacht, sondern auch zahlreiche, für die geognostische Wissenschaft besonders lehrreiche Profile aufgeschlossen.

Schon gleich oberhalb Angolo begegnen wir schwarzem, quer über das Thal ziehenden Kalkschiefer im Wechsel mit Tufflagen und grüner Pietraverde. Die zuerst anstehend zu beobachtenden Schichten sind kohlschwarze, hornsteinführende Kalke vom Typus der Buchensteiner Schichten. Dann folgt die Reihe der dünngeschichteten Kalkschiefer, welche zahlreiche Fischschuppen, *Aon*-artige *Ammoniten*, *Halobien* und in Unzahl *Posidonomya wengensis* beherbergen. Es sind diess typische Wengener Schichten. Trotz vielen Biegungen und örtlichen Unregelmässigkeiten ist das allgemeine Einfallen nach NW. auf weite Strecken zu bemerken. An den höheren Gehängen setzt sich darauf das hohe Kalkgebirge auf. Ehe dasselbe in seiner Neigung nach NW.

---

10) Obwohl bereits Lepsius dieses Thal geognostisch ausführlich beschrieben hat, halte ich es doch nicht für überflüssig, die Aufmerksamkeit nochmals auf die prächtigen Profile des Querthales zu lenken.

in die Thalsohle herab sich einsenkt, erhebt sich plötzlich nahe bei Val Iada ein mächtiger-Fels eines prächtig grünen Eruptivgesteins ganz vom Pophyrcharakter, in dessen anscheinend dichter Grundmasse nach Art der Porphyre Orthoklas — selten Plagioklas — Quarz und grüne Glimmer eingesprengt vorkommen. Hornblende kann ich in den von mir eingesammelten, zahlreichen Gesteinsproben nicht als wesentlich ansehen, da ich zahlreiche Dünnschliffe aus verschiedenen Stellen der Eruptivmasse habe anfertigen lassen, welche keine Hornblende enthalten, in einzelnen Fällen fand ich zwar einige Hornblendenädelchen, aber immer höchst spärlich, nicht häufiger als in dem Porphyr von Colombino.

Lepsius[11]), wie Roschenbusch, bezeichnen das Gestein als Porphyrit. Letzterer bemerkt, dass dieses Gestein sich durch einen accesorischen Gehalt an braunem Glimmer und Quarz, so wie durch das Fehlen einer eigentlichen Basis, an deren Stelle eine kryptokrystalline Grundmasse getreten ist, sich von den echten Porphyriten unterscheide. Damit würde allerdings der sehr geringe Kieselsäuregehalt stimmen, im Uebrigen aber macht das Gestein auf mich den entschiedenen Eindruck eines Porphyrs.

Was diesen Durchbruch eines Eruptivgesteins aber geologisch besonders interessant macht, ist die deutlich gangförmige Durchsetzung desselben durch schwärzliche und grauliche Kalkbänke, welche der Grenzregion der Wengener und Esinokalkschichten angehören. Das Eruptivgestein ist nicht bloss an und durch den Kalk geschoben, sondern unzweifelhaft in weichem Zustande durch denselben emporgepresst worden. Denn wir finden an den Gangspalten der schief durchschnittenen Kalkbänke eine so innige Verwachsung von Porphyr und Kalkmasse, dass man von diesen

---

11) Lepsius a. a O. S. 183 und 317. Rosenbusch P. d. G. II, S. 291; Curioni nennt das Gestein von dieser Stelle Porfido basico.

Berührungsstückchen Dünnschliffe herstellen kann, die recht deutlich die innige Verbindung beider Gesteine an den Begrenzungsflächen erkennen lassen. Auch dringt das Eruptivgestein in feinen, oft nur messerrückendicken Aederchen vielfach in den Kalkstein weit hinein und enthält überdies zahlreiche Kalksteinbrocken in der Teigmasse rings eingeschlossen. Diese eingeschlossenen Kalkstückchen sind stark verändert, hellfarbig grünlich, wie von Porphyrsubstanz durchtränkt und an den Rändern mit demselben verflossen, während der an den Porphyr direkt angeschlossene Kalk äusserlich kaum eine andere Veränderung erkennen lässt als eine etwas hellere Färbung und ein fein krystallinisches Gefüge. Aus einer schief von der Eruptivmasse durchschnittenen Kalkbank konnte ich aus verschiedenen Entfernungen von der Ganggrenze Material sammeln, um es bezüglich eines erlittenen Einflusses zu prüfen. Es ergab sich Folgendes:

Ich stelle zunächst an die beiden Enden der Reihen auf der einen Seite

I. das Eruptivgestein m i t t e n aus der Gangmasse, wo es, wie man annehmen muss, am wenigsten von dem Contacte beeinflusst ist, — auf der anderen Seite

VI. den Kalk aus der durchsetzten Kalkbank, aber 15 m entfernt von der Durchbruchsstelle. Dann folgen:

II. Eruptivmasse direkt an der Contactstelle verwachsen mit Kalk, aber von diesem sorgfältig abgetrennt, dann

III. im Porphyr ringsum eingeschlossene Kalkbröckchen, ferner

IV. Kalk unmittelbar mit der Eruptivmasse verwachsen und endlich

V. Kalk aus derselben Kalkbank, aber 1 Meter entfernt von der Contactfläche.

| Bestandtheile | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kieselsäure . | 55,60 | 51,64 | 47,78 | 17,15 | 6,24 | 6,54 |
| Thonerde . . | 22,30 | 21,84 | 17,01 | 2,50 | 1,92 | 1,24 |
| Eisenoxyd . . | 3,50 | 2,85 | 2,50 | 0,25 | 0,73 | 0,74 |
| Eisenoxydul . | 4,50 | 4,39 | 3,75 | 1,00 | 0,28 | 0,50 |
| Kalkerde . . | 1,75 | 1,80 | 11,43 | 43,63 | 48,74 | 48,86 |
| Bittererde . . | 1,65 | 5,76 | 4,00 | 0,54 | 1,84 | 1,28 |
| Kali . . . . . | 3,42 | 3,55 | 3,50 | 0,29 | 0,74 | 0,50 |
| Natron . . . | 1,56 | 1,86 | 1,50 | 0,85 | 0,46 | 0,40 |
| Kohlensäure. | 2,52 | 4,56 | 8,64 | 33,90 | 39,16 | 38,57 |
| Wasser . . . | 2,42 | 2,16 | 0,55 | 0,05 | 0,60 | 0,85 |
| | 99,22 | 100,41 | 100,66 | 100,16 | 100,91 | 99,48 |

Aus der Vergleichung dieser Analyse ergeben sich ganz eigenthümliche Verhältnisse. Was zunächst die Zusammensetzung des, soweit sich beurtheilen lässt, ganz unzersetzten Gesteins mitten aus der Eruptivmasse entfernt von der Kalkgrenze anbelangt, so ist dessen basische Natur bei relativ geringem Gehalte an Kieselerde (55,6%) bei einem zudem höchst geringen Gehalt an Kalk und Bittererde sehr auffallend, um so mehr, da doch grössere Quarzkörnchen ziemlich häufig in der Porphyrmasse sich bemerkbar machen. Auch ist der Gehalt an Natron (1,56%) gegen jenen an Kali (3,42%) nicht gross genug, um in der Hauptmasse eine Natronfeldspathsubstanz voraussetzen zu können, viel weniger wegen der geringen Kalkerdemenge einen anderen Plagioklas. Ist man genöthigt das Vorwalten einer Orthoklassubstanz anzunehmen, so stimmt dazu der geringe Kieselsäuregehalt sehr schlecht. Doch bemerkt man in der undeutlich krystallinischen, an das Dichte grenzenden, aber in p. L. durchweg deutlich als doppelt brechend sich darstellenden Grund-

masse zahlreiche, hellgrüne Streifen und Schlingen einer gleichfalls doppelt brechenden Substanz, die nicht oder sehr schwach dichroitisch ist, von Salzsäure nur schwierig zersetzt wird, weder mit Chlorit noch Chloropit sich vergleichen lässt, und einem Eisenoxydulthonerdesilikat mit geringem Gehalte an Kieselerde anzugehören scheint. Jedenfalls trägt die Beimengung dieser prächtig grünen, auch oft mitten in den Quarzkörnchen eingeschlossenen Substanz viel dazu bei, den Gesammtgehalt an Kieselsäuren wesentlich herabzu drücken. Um die versteckte Beimengung etwa eines Zeolithes oder eines an Kieselsäure-armen feldspathigen Minerals aufzufinden, wurde das feinste Gesteinspulver mit concentrirter Salzsäure längere Zeit hindurch behandelt. In Lösung ging **16,145%** mit 2,52% Kohlensäure, die an Kalkerde, Bittererde und Eisenoxydul gebunden ist; ausserdem 2,4% Wasser. Rechnet man von obigen 16,145
ab Karbonate 5,725
so bleibt Rest: 10,420, dessen Procentzusammensetzung zu kleinen Mischungsverhältnissen hinführt, welche sich deutlich als eine bestimmte oder als Gemenge verschiedener Mineralien ansehen lässt. Bemerkenswerth ist nun der nicht unbeträchtliche Gehalt an Karbonat, welches aber nicht, wie in anderen Fällen, als Zersetzungsprodukt zu deuten ist, sondern einen aus dem benachbarten Kalkgestein infiltrirten Absatz, wie da oder dort bemerkbare kleine Kalkspaththeile verrathen, darstellt.

Der unmittelbar an den Kalk angrenzende Porphyr (Analyse II) unterscheidet sich durch einen geringeren Kieselsäure- und grösseren Bittererdegehalt. Ausserdem macht sich eine etwas stärkere Beimengung von Karbonat bemerkbar, doch ist letztere immerhin gegenüber der unmittelbaren Nähe des Kalksteins auffallend gering. Wider alles Erwarten klein ist die kaum kennenswerthe Zunahme an Kalkerde im Ganzen. Der Abnahme an Kieselsäure im Porphyr

scheint die Zunahme des zunächst anschliessenden Kalks an Kieselsäure zu entsprechen. Im Ganzen hat ein erstaunlich geringer Umtausch von Kalk zum Porphyr stattgefunden. Noch eigenthümlicher zeigen sich die im Porphyr mitten eingeschlossenen Knollen, die man auf den ersten Blick unbedenklich für die in den Teig eingewickelten Kalkbröckchen halten möchte. Doch sind sie meist durch und durch von der grünen Porphyrmasse durchdrungen, und zeigen an den Rändern, wo sie allmählig in die Porphyrmasse übergehen, Einschlüsse von Quarz und Glimmer. In Dünnschliffen ist ihre Grundmasse abweichend von der des Porphyrs eine wirre, trübe, wolkige, pulverige Substanz mit einzeln eingestreuten weisslichen Krystalltheilchen, Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen. Die Analyse eines solchen Einschlusses ergab:

| | |
|---|---|
| Kieselerde . . . . . | 54,16 |
| Thonerde . . . . . | 19,29 |
| Eisenoxyd (mit Oxydul) | 7,79 |
| Kalkerde . . . . . | 4,48 |
| Bitterde. . . . . . | 4,46 |
| Kali . . . . . . . . | 1,93 |
| Natron . . . . . . | 2,83 |
| Kohlensäure . . . . | 3,24 |
| Wasser . . . . . . | 2,83 |
| | 99,86 |

Diese Zusammensetzung weicht so wenig von der des Porphyrs selbst ab, dass man zweifeln könnten, ob man diese Ausscheidungen für abgerissene und eingewickelte Kalkstückchen halten darf. Nicht leicht begreiflich wenigstens ist es, wesshalb der Kalk nicht zur Bildung von Kalksilikaten Verwendung gefunden hat. Die unter III oben mitgetheilte Analyse bezieht sich nun auf ein Stückchen von fast rein weisser Farbe und krystallinischem Gefüge, welche sich

scharf von der umhüllenden Porphyrmasse abgegrenzt zeigt. Hier scheint die Abstammung von dem benachbarten Kalk kaum anzweifelbar. Gleichwohl ist auch in diesem Falle obwohl die Substanz lebhaft braust, kaum mehr als 20% Karbonate vorhanden. Nimmt man das Karbonat weg, so bleibt ein Rest, dessen Zusammensetzung sich dem des Porphyrs nähert und nur mehr Kieselsäure nachweist. Derselbe wird durch kochende concentrirte Chlorwasserstoffsäure nur wenig zersetzt und zeigt weder eine Aehnlichkeit mit Zeolithen, oder Granat und sonst an den Contaktstellen im Kalk gewöhnlich ausgebildeten Mineralien. Als deren Zusammensetzung ergab sich:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure | 56,82 |
| Thonerde | 12,01 |
| Eisenoxyd | 1,80 |
| Eisenoxydul | 3,19 |
| Kalkerde | 4,55 |
| Bittererde | 4,06 |
| Kali | 2,00 |
| Natron | 2,80 |
| Wasser | 2,73 |
| | 99,46 |

Daraus ergiebt sich eine so nahe Uebereinstimmung mit dem Porphyr, dass man diesen Rest in der That grössten Theils als in den Kalk eingedrungene Porphyrsubstanz ansehen muss.

In Dünnschliffen zeigt dieser Einschluss eine krystallinische Grundmasse mit eingestreuten grösseren und kleineren Kryställchen, vereinzelten Quarztheilchen und glimmerähnlichen Blättchen. Nimmt man mit verdünnter Säure die Karbonatbeimengung weg, so ändert dies verhältnissmässig wenig am Aussehen des Dünnschiffs. Hier und da ist

durch die Entfernung des Kalkspaths, der stellenweis ausgeschieden vorkommt, eine Lücke entstanden und zahlreiche der kleinen Krystallnädelchen sind verschwunden, doch ist die Hauptmasse scheinbar unverändert geblieben, nur dass man jetzt allerdings hellgrüne Streifchen deutlicher wahrnimmt, welche wie im Porphyr selbst durch die Hauptmasse sich durchziehen. Das Alles deutet auf bedeutende substanzielle Aenderungen hin, welche die im Porphyrteig aufgenommenen Kalkbröckchen erlitten haben, indem sie gleichsam von der Porphyrsubstanz durchtränkt wurden.

Die Verwachsung des Porphyres mit dem Kalk des Nebengesteins ist eine so innige, dass man, wie schon bemerkt, leicht Dünnschliffe herstellen kann, welche z. Th. aus Porphyr und z. Th. aus Kalkstein bestehen. Diese interessanten Contaktstückchen lassen auf der einen Seite in dem Porphyr keine irgend auffallende Verschiedenheit im Vergleich zu der entfernter liegenden Porphyrmasse wahrnehmen. Eine $^1/_4$—1 mm. breite ziemlich scharf geschiedene Grenzregion trennt den Porphyr von dem eigentlichen Kalk. Hier begegnen wir genau derselben Bildungsweise, wie in den mitten im Porphyr eingeschlossenen Kalkbröckchen: eine krystallinisch, höchst feinkörnige Grundmasse enthält zahlreiche kleinste Nädelchen, seltener grössere Kalkspaththeile und Quarzkörnchen neben grünlichen Streifchen, welche das Ganze durchschwärmen. Es bezeichnet ein feinstes, zackig welliges, dunkelgrünes Streifchen die eigentliche Abgrenzung von dem Kalktheil. Eine amorphe, glasartig erstarrte Zone ist nicht vorhanden. Der zunächst anstossende Kalk nun ist etwas heller gefärbt als das von der Porphyrgrenze entfernte Gestein, und anscheinend mehr feinkrystallinisch körnig. Diese Verhältnisse lassen sich in Dünnschliffen sehr deutlich erkennen. In diesen bemerkt man deutlich krystallinisch-körnige Theilchen von Kalkspath, zwischen welchen eine unklar krystallinische staubig

trübe Zwischenmasse verbreitet ist. Nimmt man durch schwache Säuren die kalkspathigen Gemengtheile weg, so bleibt eine porösschwammige, noch ziemlich zusammenhängende Masse übrig, die aus doppeltbrechenden, unregelmässig zackigen Stäbchen und Leistchen oder Körnchen besteht. An dem stellenweis sehr lebhaften Glanz der Farben i. p. L. glaubt man darunter Quarznädelchen erkennen zu können.

Aus allen diesen Erscheinungen an den Contraktflächen des Eruptivgesteins mit dem benachbarten Kalk geht hervor, dass der Einfluss des ersteren auf den durchsetzten Kalk in Bezug auf materielle Veränderung ein minimaler ist, der sich nur auf die allernächste, dem Porphyr unmittelbar angeschlossene Berührungsmasse des Kalkgesteins beschränkt. Dabei bleibt freilich immer unbestimmt, welches der ursprüngliche Grad des Einflusses war und wie viel an diesem durch die später sicher eingetretenen Wirkungen des circulirenden Wassers wieder unsichtbar geworden ist.

Verfolgt man das Profil nun weiter thalaufwärts, so biegen sich allmählig jene mächtigen weissen Kalklagen zur Thalsohle herab, welche die benachbarten Berghöhen krönen. Es sind meist hellfarbiggraue, sogar hellweisse Kalke, welche in mächtigen Bänken geschichtet, durch die bekannte Riesenoolithtextur sich auszeichnen. Durchschnitte von *Chemnitzien*, von einzelnen *Korallen* und am häufigsten von *Gyroporellen* lassen die Uebereinstimmung mit dem sog. Esinokalk oder den Wettersteinkalk der Nordalpen nicht verkennen. Die Bänke haben durchschnittlich ein Einfallen nach NW., sind aber vielfach gebogen, geschlungen, zu Mulden und Sättel zusammengeschoben und von dem Gewässer des engen Thaleinschnitts zu den sonderbarsten Felsformen ausgenagt.

Das häufige Vorkommen von *Gyroporella* in diesem Kalke — *G. annulata* und *multiserialis* sind ungemein

häufig — giebt mir Veranlassung an dieser Stelle mich etwas ausführlicher über diese nunmehr zu den Kalkalgen verwiesenen Organismen auszusprechen, um so mehr als Benecke in einer jüngeren Abhandlung[12]) über Esino gewichtige Bedenken gegen meine Zusammenfassung der Formgruppe der *Gyroporella annulata* und *vesiculifera* erhoben hat.

Zunächst darf ich bemerken, dass ich längst davon vollständig überzeugt bin, dass *G. vesiculifera* einen höheren Horizont einnimmt, als die typische *G. annulata* des Wettersteinkalkes. Ich habe bereits in dem ersten Abschnitte dieser Mittheilungen darüber berichtet, und das massenhafte Auftreten derselben im Hauptdolomite W. vom Gardasee erwähnt. Nach Benecke fehlt nun bei dieser Art der Nachweis, dass die Poren nach Aussen führen, d. h. eine Oeffnung nach Aussen besitzen. Auch gewinnt diese Form dadurch eine gewisse Eigenthümlichkeit, dass die Höhlräumchen nicht in einem geschlossenen Kreise stehen; desshalb glaubt Benecke folgern zu sollen, dass darin ein besonderer Typus, der von jenem der *G. annulata* abzutrennen wäre, begründet sei, für den jedoch der Namen *Gyroporella* desshalb nicht passe, weil die Poren nicht ringförmig gestellt seien.

Es muss zugegeben werden, dass die *G. vesiculifera* etwas Abweichendes von den andern *Gyroporellen* besitzt, obwohl nicht zugestanden werden kann, dass der Gegenbeweis sicher erbracht sei, es fehle an einer Communication der Poren nach Aussen. Wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, bei senkrechten oder horizontalen Durchschnitten gerade die Stelle zu treffen, wo ein sicher sehr feines Kanälchen vom Hohlraume zur Oberfläche verlaufen würde, wenn man ferner bedenkt, wie unsicher das Erkennen solcher feinster Verbindungen in dem krystallinischen, meist rauhen Dolomit sei, wird man wenigstens nicht mit Bestimmtheit

12) Ueber die Umgebungen von Esino 1876.

die Abwesenheit der Kanälchen behaupten können. Ich habe solche allerdings auch nicht absolut sicher zu erkennen vermocht, glaube aber doch Dünnschliffe vor mir zu haben, welche eine solche Annahme gestatten. Will man diese Form als besonderes Genus von *Gyroporella* abgrenzen, so man wird sie wohl als *Ascoporella* zu bezeichnen haben.

Was dann die Formen mit durchreichenden, nahe gleich weiten Kanälchen anbelangt, so wird man wohl, je nachdem diese Kanälchen zu je zwei Reihen zusammengeordnet sind, oder in mehrere Reihen geordnet oder auch ziemlich gleichmässig in Reihen ohne Unterbrechungen vereinigt sind, für jede diese Eigenthümlichkeiten besondere Gruppen aufstellen können. Mir scheint jedoch dieses Moment nicht zwingend, um eine so weitgehende, bedeutungslose Zersplitterung vorzunehmen, um aus jeder dieser Reihen ein besonderes Genus zu machen. So viel aber scheint mir denn doch klar, dass, wenn man für alle diese Specialitäten eine Gattung aufstellt, diese gemeinsame Bezeichnung nicht *Diplopora* sein kann, weil die Benennung nur auf jene beschränkte Formreihe mit je zweireihig gestellten Kanälchen bezogen werden könnte. Gerade desshalb glaubte ich annehmen zu dürfen, dass sich der von mir vorgeschlagene, allgemeine und umfassende Name *Gyroporella*, unter dem sich ohne grossen Zwang selbst noch *G. vesiculifera* bringen lässt, durch sich selbst gerechtfertigt sei.

Ich füge hier eine Bemerkung über die *Gyroporellen* von Esino bei, von welchem mir ein reiches Material aus dem hiesigen paläontologischen Museum zur Untersuchung zur Verfügung stand. Wenn, wie Benecke bemerkt, bei den Formen von Esino zahlreiche Exemplare mit je zwei genäherten Kanälchenreihen vorkommen, bei welchen diese Kanälchen anstatt, wie bei *G. annulata* schief aufwärts, eine nahezu horizontale Richtung einschlagen, so kann das,

wenn keine Uebergänge vorkommen, wohl auf zwei unterscheidbare Arten hinweisen. So weit meine neulichen Untersuchungen zu erkennen geben, habe ich nur sehr vereinzelte Exemplare aufgefunden, welche mehr horizontal erlaufende Kanälchen besassen. Ich konnte mich aber sonst von einer scharfen Abgrenzung gegen *G. annulata* nicht überzeugen. Bei dieser Gelegenheit fand ich auch Exemplare der schönen grossen *G. aequalis* im Esinokalk, wahrscheinlich Stoppani's *Gastraschoena herculea.* Noch eine andere Lokalität der Westalpen verdient bei dieser Gelegenheit erwähnt zu werden, nämlich Mondovi in der Provinz Cuneo der ligurischen Alpen, von wo ich durch die Gefälligkeit des H. Portis eine grosse Anzahl *Gyroporellen* reicher schwarzer Dolomite zur Untersuchung erhalten habe. Ich erkannte als die vorherrschende Form *Gyroporella annulata*, daneben *G. multiserialis*, *G. aequalis* und *dissita*. Auch Durchschnitte von *Dentalinen* konnte ich bemerken. Diese Einschlüsse lassen wohl keinen Zweifel darüber bestehen, dass dieses Gestein, trotz seiner tiefschwarzen Färbung ein Aequivalent des Schlerndolomits oder Wettersteinkalks sei, der mithin eine grosse Rolle in jenen westlichen Alpen spielt.

Was endlich die gerade im Dezzothal besonders prächtig vorkommende Riesenoolithbildung anbelangt, die Stoppani als eine Zusammenhäufung knolliger Spongien ansieht — Esinospongia — so hat bereits Benecke für die gleiche Bildung von Esino, wie früher von Escher von der Linth und dann von mir für die Nordalpen nachgewiesen wurde, klargelegt, dass wir es durchweg nur mit grossen nieren- oder knollenförmigen unorganischen concentrisch schaligen Ueberrindungen zu thun haben. So ist es auch im Dezzothale. Dünnschliffe lassen keine Spur einer organischen Struktur erkennen, wohl aber kommt es vor, dass die Ueberrindungen über ein Stückchen eines Schwammes oder andern

organischen Körpers stattfand, wie dies auch bei Oolithkörnchen im Kleinen vorzukommen pflegt.

Dieser Kalk zieht sich unter verschiedenen wellenförmigen Krümmungen im Dezzothale aufwärts, wird jedoch endlich überdeckt von einem graulichen mergeligen Schichtencomplex mit schwärzlicher Lumachell- und einer Art Oolithbildung. Diese Schichten enthalten Versteinerungen, in grosser Menge unter Anderen: *Gervillia bipartita*, *Corbis Mellingi*, *Myophoria Kefersteini*, *Pinna Bouëi*, *Pecten filosus* u. A. Es sind dies die sog. Dosseno- oder Raibler-Schichten, welche regelmässig den Esino- oder Wettersteinkalk zu überlagern pflegen.

Diese Schichten halten im Thale nicht lange an, und ehe man den ersten Strassentunnel erreicht, bilden wieder geschlossene dolomitische Gesteine, aber mit nunmehr SO. Einfallen die felsigen Thalgehänge. Es sind dies wieder Bänke des Esinokalks, die sich muldenförmig unter den Raibler Schichten herausheben und den Gegenflügel des vorhin erwähnten Kalkschichtensystems ausmachen. Die Schichten zeigen auch hier mancherlei unregelmässige Verbiegungen, Krümmungen, welche in dem tiefen Flussrinnsal oft prächtig entblösst sich zeigen, nehmen aber bald ein ziemlich regelmässiges SO. Einfallen an.

Sehr bemerkenswerth ist auch auf diesem Gegenflügel zwischen dem zweiten Wegmacherhaus und dem Tunnel ein ähnliches hellfarbiges Porphyrgestein, das deutlich gangartig den Kalk durchbricht, wie es scheint, nahe in gleichem geologischem Horizonte, in welchem wir das Vorkommen bei Angolo vorn beschrieben haben. Doch ist diese Eruptivmasse meist so vollständig in ein Steinmark-ähnliche Substanz umgewandelt, dass man feste unveränderte Stücke nicht zur Hand bekommt.

Eine von Ost her ziehende Verwerfung nahe bei Paen schneidet die Kalkschichten ab und es wird dadurch die

direkte Continuität der Schichten unterbrochen, indem mächtiger Gehängeschutt sich breit macht. Erst nahe unterhalb Dezzo, wo die Höhenstrasse von Clusone her sich mit der Thalstrasse vereinigt, stehen wieder reichlich ausgebildete Wengener Halobienschichten in Form schwarzen Mergelschiefer an. Wir haben damit den Gegenflügel der Schichten oberhalb Angolo erreicht. Rasch folgten nun, soweit sich dies unter grossartigem Gehängeschutt an einzelnen Stellen erkennen lässt, schwarzer Muschelkalk, schwarzer plattiger Kalk, Rauhwacke und die hier besonders mächtigen Mergel der Campiler und Seisser Schichten, deren Unterlage, der rothe Grödener Sandstein erst oberhalb Vilminore zu Tag ausstreicht. Wir haben damit das eigentliche Val Scalve betreten, in dessen Mitte das freundliche Dorf Schilpario liegt.

Die nördliche, terrassenförmig ansteigende breite Thalseite ist bei Schilpario von mächtigem Schutt und Ueberdeckung eingenommen und bietet wenig Gelegenheit zu geologischen Beobachtungen. Auch in dem Wälder-reichen Grunde, durch den man ostwärts zum Pass von Zovetto emporsteigt, findet sich nur an sehr vereinzelten Stellen anstehendes Gestein. Erst wenn man zu den ausgedehnten Alpflächen vorgedrungen ist, stellen sich immer häufiger Entblössungen ein und der weit von S. nach N. ausgedehnte Kamm, über den hier verschiedene Passwege in das Ogliothal hinüberführen, liefert uns an verschiedenen Stellen sehr instruktive Aufschlüsse.

Wir beginnen unsere Untersuchung am S. tiefsten Satteleinschnitte, wo dicht am Fuss des steilen Gehänges des Mt. Vaccio der Weg auf der Sattelhöhe in die sehr dünngeschichteten, von zerstückelten, kohligen Pflanzenresten erfüllten, grünlich grauen Sandsteinschiefer einschneidet. Unter den zahllosen Pflanzenresten lässt sich mit Sicherheit nur ein *Equisetum* erkennen. Diese Sandstein-

schiefer wiederholen sich mehrfach in dem System schiefriger schwarzer Mergelschiefer, tuffig sandiger Lagen und harter hornsteinartiger Schichten, welche sowohl nach ihrer petrographische Beschaffenheit wie durch den Einschluss von *Halobien* sich als Zugehör zu den Wengener Schichten zu erkennen geben. Diese Schichten reichen an dem Querrücken bis unmittelbar zu den steil aufsteigenden Kalkfelsen, die zum Mt. Vaccio emporragen. Es thürmen sich hier feine, dichte, grauliche Kalke voll von Esinospongien und Gasteropoden auf, deren Zugehörigkeit zum Esinokalk ausser Zweifel steht.

In der entgegengesetzten nördlichen Richtung stellen sich auf dem Kamme, der zum Hauptpasse nach Edolo fortzieht, im Liegenden der oben erwähnten Wengener Schichten erst hornsteinreiche, schwarze Kalke mit knollig wulstigen Schichtflächen (Buchensteinerschichten) und darunter hellgraue, flasrig knollige Kalke mit Spuren von *Brachiopoden* (Bänke des alpinen Muschelkalks) und endlich unter diesen der hier mächtige Complex schwarzer, weissadriger und butziger, plattiger Kalke, welche gegen das Liegende zu mehr mergelige Beschaffenheit annehmen, durch Verwitterung leicht ausbleichen und sich unmittelbar auf die hier grossartig ausgebreitete Rauhwacke auflegen, ein.

Ausser diesen normalen Schichtgesteinen betheiligt sich aber an der Zusammensetzung des Felskamms zwischen den zwei Sattelübergängen von Zovetto auch ein sehr ausgezeichnetes Eruptivgestein in grosser Mächtigkeit, wie dies bereits die Curionische Karte richtig angiebt.

Dieses Gestein nimmt genau dieselbe Stellung ein, wie die Eruptivmasse zwischen Comprass- und Cadino-Alpe bei Bagolino und auch seine Gesteinsbeschaffenheit weist auf dieselbe Gruppe der Diorite hin, welche zu wiederholten Malen bereits erwähnt wurden z. B. oberhalb Collio, im Serimandothal, im Mellathale unterhalb Bovegno u. s. w. Es ist

dies wahrscheinlich der Mikrodiorit von Lepsius. Da das Gestein am Zovettopasse unter allen beobachteten Vorkommnissen die geringsten Veränderungen erlitten zu haben scheint, so dürften einige weitere Bemerkungen über dasselbe hier eine Stelle finden.

Das Gestein ist deutlich nicht sehr feinkörnig, der Hauptsache nach aus krystallinischen Theilchen zusammengesetzt, bei welchen ein weisses feldspathiges Mineral und dunkelgrüne Hornblende ohne deutliche Grundmasse sich in die Herrschaft theilen. In den Dünnschliffen zeigen sich die feldspathigen Theilchen stark verändert, meist milchig und wolkig trübe und lassen i. p. L. meist nur Aggregatfarben hervortreten; selten bemerkt man parallele Farbestreifchen eines Plagioklases oder das anscheinend gleichmässige Blau und Gelb orthoklasischer Feldspäthe. Dazwischen und aufs innigste mit den feldspathigen Theilchen vermengt tauchen, zu kleinen, beerenförmigen Häufchen gruppirt, ganz kurze, anscheinend fast quadratische Stäbchen von hellbouteillengrüner Farbe auf, die beim ersten Anblick einen tesseralen Mineral anzugehören scheinen, i. p. L. aber nach allen Richtungen hin die schönsten Farben geben. Sie sind nicht fasrig, in Säuren unzersetzbar und dürften am ehesten einem Augitbestandtheil zuzuweisen sein. Die einzelnen Kryställchen sind zu klein, um Winkelbestimmungen vorzunehmen. Bei der innigen Verwachsung mit dem Feldspathbestandtheil war es unausführbar, letzteren für eine besondere Analyse rein auszuhalten. Die nachstehende Feldspathanalyse giebt desshalb auch kein genaues Bild der Zusammensetzung dieses Gemengtheils. Die Hornblende ist schön grün gefärbt, stark dichroitisch und zuweilen an das Fasrige grenzend, streifig. Glimmer habe ich an den mir vorliegenden Exemplaren nicht auffinden können. Magnetitkörnchen sind nur sehr spärlich vorhanden; Quarz fehlt. Ich fand das Gestein auf der Passhöhe zwischen Comprass und den Cadino-Alpen

bei Bagolino, dann an zwei Stellen bei Collio, bei Bovegno und auf dem Zovettopasse bei Schilpario mit Ausnahme des mehr oder weniger hohen Grades der Zersetzung nahezu übereinstimmend und sehr ähnlich, wenn nicht ident mit dem von Lepsius beschriebenen Microdiorit. Da dieser Name jedoch auf die feinen Texturverhältnisse zu beziehen ist und andeuten soll, dass das Gestein der Bergamasker Alpen zum Diorit sich verhalte, wie der Mikro-Granit zum Granit, so passt dies durchaus nicht zu dem mir vorliegenden Gestein, das so deutlich krystallinisch körnig, wie selten selbst der ächte Diorit ausgebildet ist. Ich möchte daher, da seine Eruptionszeit der älteren Trias zufällt, das Gestein lieber als Mesodiorit bezeichnen.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

| Bestandtheile | Bausch-analyse | Analyse des feld-spathigen Theils |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 47,70 | 56,04 |
| Titansäure | 0,80 | 0,56 |
| Thonerde | 15,25 | 18,04 |
| Eisenoxyd | 13,07 | 0,91 |
| Eisenoxydul | | 1,95 |
| Manganoxydul | Spuren | Spuren |
| Kalkerde | 11,70 | 9,00 |
| Bittererde | 5,00 | 5,44 |
| Kalk- (Mg O Fe O) Carbonat | 1,56 | — |
| Kali | 0,79 | 0,78 |
| Natron | 3,08 | 6,26 |
| Wasser und Kohlensäure | 1,50 | 1,42 |
| Summa | 100,45 | 99,50 |

In Bezug auf die Zusammensetzung des möglichst rein ausgesuchten Feldspaths lässt sich allein schon aus dem hohen Gehalt an Bittererde entnehmen, dass, wie durch die optische Untersuchung bereits erkannt worden war, eine Vermengung mit einem Bittererde-kalkhaltigen Mineral vorliegt. In wieweit dies beigemengte wahrscheinlich dem Augit angehörige Mineral wirklich die Bestandtheile dieses Körpers enthält, entzieht sich unserer Berechnung. Nur so viel ist aus der Analyse ersichtlich, dass abgesehen von dieser augitischen Beimengung, die feldspathige Masse nur zu sehr geringem Maasse aus Orthoklas, vorherrschend dagegen aus einen Natron-Kalk-Plagioklas besteht.

Der nördliche Hauptsattelübergang nach Loveno schneidet in mächtige Rauhwackenbildungen ein, die von Zwischenlagen weicheren, wahrscheinlich auch gypshaltigen Mergels begleitet werden. Mit dem nun noch weiter NO. fortstreichenden Gebirgskamm, der sich gegen Mt. Venerocolo emporzieht, stellen sich dann auch die mergelig-sandigen, theils intensiv rothen, theils grünlich grauen, durch Verwitterung oft rostfarbigen Schiefer der Campiler- und Seisser-Schichten mit zahlreichen gut erhaltenen Versteinerungen ein. Auch an Eisenerzen ist dieser Gesteinszug ausnehmend reich und das ganze Gehänge ist von alten und selbst jetzt noch zeitweise in Betrieb stehenden Erzgruben bedeckt. Es sind vielfach zu Tag ausstreichende, Eisenerz-reiche Gesteinslager, welche verrathen, dass auch hier die Erze vorherrschend, wenn nicht ausschliesslich, flötzweise ausgebildet vorkommen. Rothe Sandsteinbänke und Conglomeratlagen treten nur in einzelnen Wasserrissen am Weg nach Schilpario zu Tag.

### 7. Fiumenero im oberen Val Seriana, Valle del Gleno und Mt. Venerocolo.

Die Angaben der von Hauer'schen und Curioni'schen Karten weichen bezüglich der Auffassung der Gebirgsglieder in dem hohen Gebirgstheile, welcher das Val di Scalve und Val Seriana nordwärts abschliesst und von dem Veltliner Thal scheidet, wesentlich von einander ab. Während von Hauer die sog. Kohlenformation von der Nachbarschaft des Mt. Venerocolo bis St. Marco sich ausbreiten lässt, dehnt Curioni die der sog. Kohlenformation (Scisti antrascitici) zugetheilten Schichten auf die Thalausläufer des Val Seriana (V. Barbelino, Fiume nero, Val Grabiasca, V. Goglio etc.) aus und beschränkt seine permische Schichten — unter welchen freilich auch ein Theil des v. Hauer'schen Verrucano fällt — auf die engere Gebirgsgruppe von Mt. Venerocolo bis zum Bondione Thal. Da nun an diese zuletzt genannte Bildung in dieser Gegend längs einer beträchtlichen Strecke der rothe Sandstein mit den Seisser Schichten sich anschliesst, so war in dieser Gegend wiederum die doppelte Aufgabe gestellt, einmal zu untersuchen, ob die hier auftretenden sog. permischen Schichten identisch sind mit jenen von Collio und Bagolino und dann, wenn dies der Fall, in welcher Wechselbeziehung hier diese permischen Gesteine zu dem rothen Sandstein der Grödener Schichten stehen.

Wir beginnen unsere Untersuchung in dem Gebiete des Val Seriana mit Begehung des engen Gebirgsthales Fiume nero.

An dem Dorfe Fiume nero beobachtet man auf der S. Thalseite an der Brücke unzweifelhaft anstehenden glimmerigen Phyllit. Er bildet auch hier die Unterlage jener Gesteinsreihe, welche nun im eigentlichen Fiumenerothale sich

darauf anlegt. Wir finden hier dieselben graugrünen, harten grauwackigen Sandsteine, grauliche oder schmutzig grüne rothe Conglomerate, schwarze glimmerige dünnplattige Sandschiefer mit Wülsten auf den Schichtflächen, kohligen Einschlüssen und Spuren von Pflanzenüberresten, wie sie in den sog. permischen Schichten bei Collio erfunden werden. Auch die Benützung der dünnen, plattigen Sandsteine als Dachdeckmaterial kehrt genau ebenso bei Fiume nero wieder.

Diese Schichten streichen quer durch das Thal und fallen ziemlich constant steil nach NW. ein.

Schon oberhalb der Einmündung des Val Secca tauchen die darunter liegenden älteren Phyllitschichten wieder auf und es ist wenigstens hier im Thale der rothe Sandstein nicht entwickelt. Vielleicht war dies Veranlassung, dass Curioni diese Schichten zu dem anthracitischen Kohlengebirge und nicht zu den permischen Schichten gerechnet hat. Doch ist es keinem Zweifel unterstellt, dass diese Schichtenreihe genau identisch mit jenen von Collio, also mit Ausschluss der eigentlichen Carbonformation der Dyas zuzuweisen ist.

Die älteren Phyllitgesteine dieses Thales, welche höher aufwärts mächtig anstehen, tragen einen so ausgezeichneten Charakter an sich, dass sie etwas näher geschildert zu werden verdienen. Es nehmen unter denselben nämlich die sog. Phyllitgneisse hier einen ganz besonders hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung dieser Schichtenreihe und bieten die mannichfaltigste Abänderung dieses an sich vielfach wechselnden Gesteins. Die Hauptform gleicht so vollständig dem sog. Phyllitgneiss des Fichtelgebirgs oder gewissen Typen des Sericitgneisses von Nassau, dass man Handstücke davon nicht zu unterscheiden vermag. Auch ist es nicht zweifelhaft, dass alle die gneissartigen Gesteine, die wir bisher in den Bergamasker Alpen nur gelegentlich als Phyllitgneiss erwähnt haben, zugleich mit dem von

Theobald zuerst als Casannaschiefer vom Casannapasse unterschiedenen Gestein, wie überhaupt mit den zahlreichen Varietäten, die später unter diesem Namen in dem Bündener Hochgebirge bezeichnet und neulich wieder von Rolle[13]) unter Hinweisung auf Simmler's Alpinit und Helvetan-Gneiss in den rhätischen Alpen beschrieben wurden, zusammengefasst eine natürliche Gruppe ausmachen, welche sich ebenso bestimmt geographisch abscheiden, wie geologisch in ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss zu der Phyllitformation bringen lässt.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass später von Theobald Vielerlei unter Casannaschiefer zusammengenommen wurde, wodurch der ursprünglich bloss petrographische Begriff sogar vorwaltend einen stratographischen Beigeschmack erhielt. Suess drückte demselben förmlich die Bedeutung einer Formationsabtheilung im Sinne einer alpinen Faciesbildung von Carbonschiefer auf. Ich glaubte hier Veranlassung nehmen zu sollen, bei dieser Gelegenheit die bis jetzt aus den verschiedensten Gegenden gesammelten verwandten Gesteinsarten des sog. Phyllitgneisses einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Es liegen mir vor oder sind aus der Beschreibung sicher hieher gehörig anzuführen: Gesteine aus den verschiedensten Theilen des Centralstocks der östlichen Alpen von Sömmering bis zu den Grenzen der Schweiz und Italiens. In der Schweiz findet sich das Gestein vielfach, wie erwähnt, in den Graubündener Schieferalpen, in dem von Rolle durchforschten Gebiet von Chiavenna und im Veltliner Gebiet, in der Tödigruppe, in den Berner Alpen, im Gotthardtgebiet (jedoch nicht unter den mir vorliegenden Gesteinen des Tunnels), vielfach auch als sog. Pseudokalkschiefer oder Talkgneiss und Talk-

13) Mikroscopische Beiträge aus den Rhaetischen Alpen von Dr. Fr. Rolle 1879.

quarzit der Savoyer- und Piemonteser Alpen, und wie angeführt, häufig in den Bergamasker Alpen. Dazu kommt das als Sericitschiefer bezeichnete, häufig gneissige Gestein aus Nassau, im linksrheinischen Schiefergebirge, in den Ardennen im Harze (Porphyroide), jenes von mir beschriebene aus dem ostbayerischen Grenzgebirge, aus dem Fichtelgebirge und Thüringer Walde. Ferner gehören gewiss auch zahlreiche Fundpunkte z. B. der Ardennen, Pyrenäen, des Balkans, in Nordamerika (Michigan, Canada) u. s. w. hieher.

Alle diese Gesteine von überraschend grosser petrographischer Aehnlichkeit, welche vorherrschend ein wesentliches Glied der Phyllitformation ausmachen, möchte ich unter der Bezeichnung Sericitschiefer[14]) und allgemein als Sericitgestein zusammenfassen.

Charakteristisch für alle diese Gesteine ist der sog. Sericitbestandtheil, welcher in Form dünner, wein- oder gelblich grünlicher, selten röthlicher Schüppchen oder Blättchen in meist wellig gewundenen flaserigen Lagen der Schichtung parallel mit den übrigen Bestandtheilen verbunden dem Gestein von der Schichtfläche betrachtet einen fettig seiden- oder talkartigen Glanz verleiht. Dies hat vielfach zu der falschen Bezeichnung solcher Gesteine als „talkig" verführt.

Auf dem höchst charakteristichen Querbruche des meist dünnblättrigen, doch zuweilen auch dickflasrigen Gesteins sieht man die welligen, dünnen Flasern des Sericits, die sich häufig auskeilen, um andere dafür sich anlegenden Platz zu machen, in stetem Wechsel mit feinkörnigen, trüben und hellen meist etwas dickeren, nicht sericitischen Lagen, die sich gleichfalls häufig verstärken und verschwächen, verflasert.

---

14) Siehe Näheres in meiner geogn. Beschreibung Bayerns III. Bd. Fichtelgebirge S. 123 und ffd.

Es sind vorherschend feldspathige und quarzige Substanzen, welche sich an der Zusammensetzung dieser Flasern betheiligen. Bald sind in diesen die feldspathigen, bald die quarzigen Lagen mehr entwickelt, bis zum Verschwinden der einen oder andern, wodurch verschiedene Varietäten sich bilden. Nicht selten auch ist die Durchwachsung dieser Substanzen so innig, dass eine mehr oder weniger dicht aussehende, Thonstein- oder Hälleflint-artige Gesteinsart sich daraus entwickelt. Zu den mehr oder weniger regelmässigen lagerigen Lamellen kommen ferner noch knotige Ausscheidungen von Feldspath oder Quarz oder von beiden zugleich vor. Diese Ausscheidungen sind dadurch ausgezeichnet, dass sie plötzlich und rasch zu einem grösseren Korn anschwellen, sich zwischen die Lamellen eindrängen, oft sogar dieselbe gleichsam quer durchschneiden und fast senkrecht zu den Lamellen gestellt erscheinen.

Auf den Schichtungsflächen machen sich diese aus der Masse ausgeschiedenen Körnchen, welche fälschlich als klastische Einschlüsse gedeutet worden sind, als kleine Erhabenheiten oder Knötchen bemerkbar, und tragen in Verbindung mit den welligen, oft gekräuselten Unebenheiten der Sericitflasern wesentlich dazu bei, die Eigenartigkeit des Phyllitgneisses und Sericitquarzites schon dem äusseren Ansehen nach für das Auge leichter bemerkbar zu machen.

In Dünnschliffen bieten namentlich die quer zur Schichtung genommenen Schnitte besonderes Interesse. Es lassen sich hier die in mehr oder weniger dünnen Lagen mit einander flasrig wechselnden Schüppchen und Streifchen von Sericit und Quarz sehr deutlich daran unterscheiden, dass die wellig gebogenen Sericitflasern wie aus einzelnen der Länge nach gestreckten Fasern zusammengesetzt erscheinen, wobei diese Fasern manchmal mit einander verflochten sich darstellen. Die Substanz zeigt im Querschnitte i. p. L. nur schwaches Farbenspiel. Die Quarzlagen dagegen

sind feinkörnig und scheinen zwischen den feinsten Körnchen zugleich auch oft noch eine feldspathige Substanz zu beherbergen. Letztere ist jedoch auch den Sericitschüppchen in mehr dichter Verwachsung beigemengt. Wo die meist wasserhellen und vielfach von Flüssigkeitsbläschen erfüllten Quarzausscheidungen sich zwischen diesen Streifchen einstellen, sieht man nicht selten die Enden der Sericitlagen in einzelne Fasern getheilt in die Quarzmasse[15]) hineinragen zum deutlichsten Beweis ihrer gleichheitlichen Entstehung mit den übrigen Bestandtheilen des Gesteins. Noch auffallender ist bei manchen Feldspathknötchen die quer zu der Schichtung gerichtete Streifung, die sich vielfach i. p. L. ähnlich wie die Streifchen der Plagioklase verhält.

Bei den Schliffen parallel den Schichtflächen trifft man es nur sehr selten, gute Durchschnitte durch die Sericitflasern zu erhalten, die nicht in Folge anderweitigen Zwischenlagen undeutliche Erscheinungen liefern. Dagegen gelingt es besser dünne Blättchen von dem Gestein mit einem feinen Messer abzuheben und diese einer Untersuchung zu unterziehen. Es ist bemerkenswerth, dass selbst die feinsten Blättchen, die eine gewisse Neigung der Zerspaltung an sich tragen, spröde und nicht elastisch biegsam sind. U. d. M. zeigen sich diese Spaltblättchen meist nur stellenweise vollkommen klar durchsichtig. Sie sind durch wolkenartig eingestreute dunkle Staubtheilchen flockig trübe. I. p. L. treten eigenthümlichen Erscheinungen hervor. Bei der Dunkelstellung erscheint der Sericit an den durchsichtigen Stellen hell ohne deutliche Färbung, zugleich aber erfüllt mit einer

15) Ein einziger Blick auf den Dünnschliff eines Phyllitgneissquerschnittes lehrt überzeugend, dass man diese Quarz- (und Feldspath-) Körnchen nicht als klastische, Geröll-ähnliche Einschlüsse ansehen dürfe. Selbst in Fällen, wo solche Körnchen quer zur Schichtung gestellt sind, zeigt sich an den Rändern eine innige Verwachsung mit den übrigen Substanzen des Gesteins.

erstaunlichen Anzahl kleiner Nädelchen, zuweilen auch sechseckige Blättchen, welche in lebhaften Farben glänzen. Namentlich ist dies bei dem grünlichen Sericit von Naurod[16]) in Nassau der Fall. Dies beweist schlagend, dass die meisten Sericite nicht aus einer einheitlichen Substanz bestehen. Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Sericitblättchen bei Anwendung der Stauroscop-Vorrichtung. Stellt man hierbei den Apparat auf das schwarze Kreuz ein, so ändert sich nach eingeschobenen Sericitblättchen weder die Farbe noch die Stellung des Kreuzes beim Umdrehen des Sericitblättchens, eine Erscheinung, welche wesentlich gegen die Annahme spricht, dass der Sericit nur eine Modification von weissem Glimmer sei.

Häufig ist derselbe mit chloritischen und solchen Substanzen verwachsen oder durch diese ersetzt, welche gewöhnlich auch die Hauptmasse der Phyllite zusammensetzen. Selbst Andeutungen von Glimmerschüppchen stellen sich ein. Ausserdem scheinen auch die übrigen zufälligen Beimengungen z. B. von Magneteisen, Schwefelkies, Karbonaten sich an diese Lagen zu halten, wodurch dieselben oft unklar und undeutlich werden.

Eigenthümlichen Schwierigkeiten unterliegt die chemische Untersuchung dieser Gesteine. Es ist schon von vornherein klar, dass eine Bauschanalyse kaum einen maassgebenden Aufschluss zu liefern im Stande ist. Die selbst durch das unbewaffnete Auge deutlich wahrnehmbare Verschiedenheit in dem Gehalt an makroscopisch ausgeschiedenem Quarze lässt dies schon erkennen. Wir können daraus höchstens bei einem grossen Ueberschuss an Kieselsäure einen hohen

---

16) Ich verdanke diesen typischen Sericit der Güte des Herrn Prof. Sandberger in Würzburg, der mir zugleich die sehr interessante Mittheilung machte, dass der von List analysirte Sericit von Naurod von einer Quarzader in Schiefer herstammt, und dass der eben erwährte grünliche von Naurod dem List'schen Originalsericit sehr ähnlich sei.

Gehalt an Quarz ableiten. Aber auch die getrennte Analyse des mit aller Sorgfalt ausgesuchten sericitischen Bestandtheils liefert in den seltensten Fällen ganz befriedigende Resultate, weil mit denselben in feinster Vertheilung quarzige und feldspathige Substanzen innigst vermengt sind. Daher gelingt es in den seltensten Fällen die scheinbar reine Sericitsubstanz durch kochende Schwefelsäure vollständig zu zersetzen, wie es doch gemäss der Natur des Sericites sein sollte. Es bleibt bei dieser Behandlung meist ein feldspathig quarziger Rest im Rückstande. Doch dürfte in der Zersetzbarkeit der Sericitsubstanz durch concentrirte kochende Schwefelsäure entgegen der Annahme List's, welcher angiebt, dass Sericit durch Schwelsäure nicht zersetzt werde das bequemste Hilfsmittel geboten sein, die Theilanalyse für unsere Zwecke nutzbar zu machen, einen Weg, den ich nach langen Versuchen als den besten erprobt habe. Indem man nämlich, so weit dies immer thunlich ist, die Sericitschüppchen von allen sichtbaren Nebenbestandtheilen reinigt, dann in concentrirter Schwefelsäure längere Zeit in der Wärme behandelt, erhält man eine vollständige Zersetzung des wirklichen Sericitantheils, freilich bei einer Vermengung mit feldspathigen Substanzen zugleich auch eine im Ganzen geringe Zersetzung der letzteren. Auf diese Weise gewinnt man, so verschieden auch das äussere Ansehen der sericitischen Masse sein mag, vergleichbare Ergebnisse. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von in Salzsäure zersetzbaren, chloritischen Theilchen und Karbonaten ist zu empfehlen vor der Behandlung mit Schwefelsäure zuerst Chlorwasserstoffsäure in Anwendung zu bringen.

Die auf den folgenden Seiten mitgetheilten, meistentheils von Herrn Assistent A. Schwager ausgeführten Analysen werden dazu dienen, einen Ueberblick über die Phyllitgneisse der verschiedenen Verbreitungsgebiete und die Uebereinstimmung ihrer Sericitbestandtheile zu geben.

Vergleicht man in dieser keineswegs noch erschöpfenden Reihe von Analysen die Angaben unter 1, 2, 3, 5, 8, 10, 14, 16, 19, 23, so wird man kaum verkennen, dass diesen eine mineralogisch gleich zu stellende Substanz zu Grunde liegt. Es ist dies eben die Sericitsubstanz, während die Analysen des anscheinend reinen Sericits mit Anwendung der Schmelzung mit Natriumcarbonat und der Zersetzung durch Flusssäure, wie die Analysen unter 9, 18, 21 zeigen, nur sehr annähernde Vergleichswerthe geben und gewöhnlich einen zu hohen Kieselsäuregehalt liefern.

Die bisher vorgenommenen Analysen reichen allerdings noch nicht hin, um über diese Substanz vollständig in's Klare zu kommen, doch genügen sie, um auf das ausserordentliche Interesse aufmerksam zu machen, welches sich an diesen ungeahnt weit verbreiteten Gesteinsgemengtheil knüpft, indem sie dessen wahrscheinliche Identität von den verschiedensten Fundstellen jetzt schon vermuthen lassen. Man kann heute bereits sagen, dass diese Substanz zu denjenigen wesentlichen Gemengtheilen vieler krystallinischer Schiefer gezählt werden muss, welche durch die Häufigkeit des Vorkommens und die weite Verbreitung in geologischer Beziehung sehr in den Vordergrund treten und auch von den Mineralogen nicht bei Seite geschoben werden dürfen. Man kann ja in letzterer Richtung verschiedener Ansicht sein, wie dies bezüglich vieler nicht deutlich auskrystallisirter Mineralkörper der Fall ist, ob nämlich dieser Substanz eine mineralogische selbständige Stellung zukömmt oder ob sie nur als eine Varietät des Glimmers zu betrachten ist. Für den Geologen, der die Sericit-führenden Gesteine in der Natur an zahlreichen Fundstellen beobachtet hat, wird es keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass im Sericit, wenn er auch die Stelle und Rolle des Glimmers übernimmt, doch ein eigenthümliches und selbstständiges geologisches Gesteinselement vorliegt. Ich bin übrigens im Zusammen-

| Fundstellen | Kieselsäure | Titansäure | Thonerde |
|---|---|---|---|
| 1. **List**, Analyse des Sericits von Naurod bei Wiesbaden . . . . . . . . . . | **49,00** | **1,69** | **23,65** |
| | | | Dazu |
| 2. **Lossen's** theoretische Zusammensetzung | **51,43** | — | **25,06** |
| 3. **Von der Marck** Sericit von Hallgarten in Nassau . . . . . . . . . . . . | **51,61** | — | **29,49** |
| 4. Sericit- oder Phyllitgneiss von Hallgarten in Nassau, Bauschanalyse . . . . . | 77,52 | — | 14,28 |
| 5. Daraus Sericit mit Schwefelsäure zersetzt 8,44% | **49,18** | — | **29,66** |
| 6. Rest erst mit verdünnter Flusssäure behandelt, zersetzt . . . . . 59,88% | 69,08 | — | 19,89 |
| 7. Letzter Rest . . . . . . . . 32,68% | 100,00 | — | Sp. |
| 8. Sericit von Naurod, nach **Sandberger** dem List'schen Sericit ganz ähnlich 82,12% | **49,53** | — | **28,97** |
| 9. Helvetan aus gneissartigem Quarzit von Niederen Alp nach Simmler . . . . . | 67,07 | — | 13,05 |
| 10. Aus **Theobald** typischen Casannaschiefer vom Casannapass, in Schwefelsäure zersetzbare Theil des Sericits . . 42,2% | **49,90** | — | **28,28** |
| 11. **Rest** unzersetzter Substanz . . 57,8% | 68,23 | — | 17,75 |
| 12. Phyllitgneiss aus den Graubündner Alpen bei Bergün, Bauschanalyse . . . . . | 73,14 | — | 13,05 |
| 13. Ausgesuchten Sericit desselben mit Salzsäure kurze Zeit behandelt . . 6,7% | 22,38 | — | 9,26 |
| 14. Dieselbe Substanz weiter durch Schwefelsäure zersetzt . . . . . . . 12,2% | **50,81** | — | **29,50** |

| Eisenoxyd | Eisenoxydul | Mangan-oxydul | Kalkerde | Bittererde | Kali | Natron | Wasser und Glühverlust | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | **8,07** | — | **0,63** | **0,93** | **9,11** | **1,75** | **3,44** | 100,27 |
| **Fluorsilicium** = 1,69 | | | **Phosphorsäure** = 0,31 | | | | | |
| — | **8,77** | — | — | — | **11,45** | — | **3,29** | **100,00** |
| **2,22** | **1,08** | **0,56** | — | **0,87** | **9,22** | **0,61** | **3,95** | **99,61** |
| 0,72 | 1,76 | — | 0,60 | 0,72 | 3,30 | 0,18 | 1,40 | 100,48 |
| **5,64** | — | — | **0,71** | **0,90** | **10,04** | **2,17** | **2,26** | **100,66** |
| 3,39 | — | — | 0,89 | 0,91 | 4,17 | Spur | 2,03 | 100,06 |
| Sp. | — | — | Sp. | Sp. | Sp. | — | — | 100,00 |
| **7,26** | — | — | **0,14** | **2,46** | **7,48** | **0,12** | **4,97** | **100,88** |
| — | 4,43 | — | 2,38 | 2,18 | 7,37 | 1,69 | 1,85 | 100,02 |
| **2,16** | **2,23** | — | **0,23** | **1,66** | **9,76** | **0,21** | **5,73** | **100,16** |
| 3,15 | — | — | 0,32 | 1,86 | 7,22 | 1,34 | 1,02 | 100,90 |
| — | 2,50 | — | 1,34 | 1,94 | 4,11 | 0,22 | 4,06 | 100,39 |
| — | 16,92 | — | 15,82 | 9,64 | 6,41 | — | 19,83 | 99,83 |
| — | **3,68** | · | **0,91** | **2,06** | **11,53** | **0,71** | **0,69** | **100,16** |

| | Kieselsäure | Titansäure | Thonerde |
|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | — | 11.89 |
| [illegible] | [illegible] | — | 27.15 |
| [illegible] | [illegible] | — | 17.88 |
| [illegible] | [illegible] | — | 24.84 |
| [illegible] | 30.75 | — | 29.75 |
| [illegible] | [illegible] | — | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | | [illegible] |
| [illegible] | [illegible] | — | [illegible] |
| [illegible] | 45.88 | — | 33.96 |

[illegible] chemischen Eigenschaften der [illegible] mineralogisch eine zu- [illegible] genügend, um ihn als sog. [illegible] bezeichnen.

[illegible] Entstehung dieses Sericits [illegible] als ein Umwandlungspro- [illegible] aus Feldspath angesehen. Ich [illegible] zahlreicher Gesteinsproben, [illegible] untersuchten, besonders in zur Schichtung

| Eisenoxyd | Eisenoxydul | Mangan-oxydul | Kalkerde | Bittererde | Kali | Natron | Wasser und Glühverlust | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | 1,10 | — | 0,09 | 1,30 | 2,96 | 0,17 | 1,86 | 100,75 |
| **2,89** | **2,44** | — | **0,21** | **2,37** | **9,15** | **0,64** | **6,22** | **99,97** |
| 3,75 | — | — | 0,29 | 1,74 | 7,54 | 0,82 | 0,82 | 100,85 |
| 4,04 | — | Spur | 0,44 | 1,92 | 6,70 | 1,27 | 3,40 | 101,13 |
| **3,87** | — | — | **0,23** | **2,50** | **7,78** | **0,64** | **5,72** | **101,28** |
| 3,24 | — | — | 0,65 | 1,42 | 5,71 | 1,84 | 1,24 | 99,84 |
| 3,81 | — | — | 0,52 | 0,83 | 4,41 | 4,00 | 4,31 | 99,62 |
| 3,07 | — | — | 0,14 | 0,53 | 5,62 | 1,51 | 4,03 | 98,42 |
| **4,57** | — | — | **0,22** | **0,83** | **9,32** | **0,52** | **4,98** | **100,26** |

quergenommenen Dünnschliffen, die weit lehrreicher, als die Paralleldünnschliffe sind, damit nicht übereinstimmen, erachte vielmehr den Sericit eher für eine Masse, aus der sich unter günstigem Verhältnisse Glimmer bilden konnte und gebildet hat. Von einer Entstehung aus Feldspath an Ort und Stelle kann schon erst nicht die Rede sein; dagegen spricht schon die ganze Art, wie die Sericitschüppchen in dem Gestein eingebettet vorkommen. Man betrachte einen einzigen Querdünnschliff und man wird hiervon sich leicht

überzeugen können. Ob die Massen des Sericit aus zerriebenen Feldspath abstammen, das ist eine andere Frage, die mir aber unbestimmbar und hier unwesentlich und höchst unwahrscheinlich scheint. Ich halte den Sericit für eine primitive Bildung, so ursprünglich, wie die Quarz- und Feldspaththeile und Streifchen, denen er gleichwerthig beigesellt ist. Man muss die ganze grosse Reihe der sog. Thonschieferbildungen älterer Art in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten mit einander vergleichen und prüfen, um in ihnen gleichsam eine stufenmässige Entwicklung von der minder krystallinischen zu der gesteigerten krystallinischen Ausbildung wahrzunehmen. Namentlich sind es die mehr erdigen und mehr glimmerig glänzenden Phyllite, welche einer Seits auch nach ihrer lithologischen Beschaffenheit eine Verbindung vermitteln hinüber zu den cambrischen Thonschiefer und anderer Seits ganz allmählig in Glimmerschiefer verlaufen. Hierbei lässt sich bei vielen Schieferarten eine Substanz als Gemengtheil verfolgen, welche gleichsam der Träger des glimmerigen Elementes ist und dasselbe in verschiedenen Stadien der Entwicklung repräsentirt. Als eine solche Facies dieser Reihe fasse ich von genetischem Standpunkte auch den Sericit auf, der uns die Brücke bauen hilft für das Verständniss der Entstehung der krystallinischen Schiefer. Man vergleiche in dieser Beziehung die Textur der verschiedenen Thonschiefer von den versteinerungs-führenden an rückwärts — immer in den Querdünnschliffen — bis zu den Phylliten, Glimmerschiefer- und Gneissbildungen, wie solche mir jetzt aus der Untersuchung des Fichtelgebirgsgebiets und auch aus andern Gegenden zu Hunderten vorliegen und man wird eine erstaunliche Fülle von Analogien entdecken, welche die oben ausgesprochene Ansicht nicht als eine unbegründete erscheinen lassen werden.

Soweit die vielfach abändernden Sericitgesteine

zur Zeit bekannt sind, lassen sie sich etwa in folgende Gruppen theilen:

1) Sericitphyllit, glimmerig glänzender Phyllit wesentlich aus Sericit[17]), in Salzsäure leicht zersetzbar chloritischem Bestandtheil und aus Quarz zusammengesetzt z. B. von Lauterbach, Lindenhammer etc.

2) Sericitquarzit, meist knotig flasrige Quarzite mit Sericitzwischenlagen und häufig mit Ausscheidungen von Quarzkörnchen z. B. von Christophsrod bei Wiesbaden Hallgarten etc.

3) Sericitgneiss oder Phyllitgneiss, dem vorigen ähnlich, aber wesentlich noch bereichert durch Feldspathbeimengungen, die häufig gleichfalls in Körnchen und Linsen ausgebildet sind, (Augengneiss). z. B. Fichtelgebirge Goldkronach, Redwitz, im ostbayerischen Grenzgebirge bei Waldsassen, in den Alpen.

4) Porphyrartiges Sericitgestein mit anscheinend dichter felsitähnlicher Grundmasse der Bestandtheile des Sericitgneisses und porphyrartig eingestreuten Ausscheidungen von Quarz und Feldspath (Porphyroid). Das Gestein ist häufig flasrig wellig geschichtet z. B. aus dem Harz, Thüringer Wald.

---

17) Soeben vor dem Druck dieser Zeilen erhalte ich durch die Gefälligkeit des Verfassers Herrn Laspeyres eine Abhandlung über Sericit (Z. für Kryst. IV. 3. 1879 S. 244), deren anregender, reicher Inhalt ich leider nicht mehr verwerthen konnte. Ich füge desshalb hier noch die Analyse desselben Sericits von Hallgarten an, von dem 2 Analysen vorn mitgetheilt sind. Bei 105° getrocknete reine Substanz gab $SiO_2=45,361$; $Al_2O_3=32,919$; $F_2O_3=2,048$; $FO=1,762$; $CaO=0,494$; $MgO=0,895$; $Ka_2O=11,671$; $Na_2O=0,724$; $H_2O=4,126$ zus. = 100,000. L. kommt zu dem Schluss, dass der Sericit genau die chem. Zusammensetzung des Kaliglimmers besitze und nur als dichter Kaliglimmer anzusehen sei; er lässt denselben durch Umwandlung aus feinem Feldspathschlich, ähnlich dem Pinitoid, entstehen. Man sieht hieraus, dass diese Resultate mit meinen Untersuchungen nicht übereinstimmen.

5) Sericitflint, anscheinend dichte, aphanitische Vermengung von Sericit, Feldspath und Quarz in einem mehr oder wenig deutlich geschichteten Hälleflintähnlichen Gestein, auf dessen Schichtflächen Sericitblättchen sichtbar werden. Durch Ausscheidung von Quarz- und Feldspathkörnchen entstehen Uebergänge in das porphyrartige Sericitgestein. (Euritschiefer z. Th. Felsitschiefer u. s. w.); z. B. von Val Fiume nero, vom Pfaffenkopf bei Treseburg am Harz (Sericit-Adinol Schiefer. Lossen's.)

Kehren wir zu dem Profile des Fiume nero Thales zurück, so finden wir oberhalb Val Secca durchweg die Schichten des glimmerigen Phyllits und der reichen Phyllytgneisseinlagerungen mit NW. Einfallen. Diese Gesteine scheinen ununterbrochen bis zu den höchsten Spitzen der Berge zwischen P. del Diavalo und Mt. Redorta fortzusetzen. Die in dem Hauptthale auch noch an höhern Stellen liegenden Fragmente grauer Sandsteine und Conglomerate stammen von Seitenhöhen und beweisen, dass hier die Collioschichten ziemlich grosse Ausbreitung gewinnen. Auch Rollstücke typischer Porphyre wurden bemerkt; dagegen fehlen hier alle Andeutungen des Vorkommens von rothem Sandstein und Seisser Schichten.

Vom Dorfe Fiume nero im Hauptthale aufwärts gegen Bandione stehen an den kahlen Gehängen ganz dieselben grauen Gesteine an, wie im Fiume nero Thale; es sind die Bildungen von Collio und Valle di Freg. Sie legen sich bei Bandione an dem Steilgehänge gegen Lizzola deutlich an den Phyllit an, der in der Umgegend von Lizzola mehrfach zu Tag tritt, oberhalb Lizzola in der Richtung zum Ca di Manina aber von einer Verwerfungsspalte abgeschnitten wird, so dass hier schwarzer plattiger Ortler-Kalk unmittelbar neben Phyllit auftaucht. Es ist dies derselbe schwarze Kalk, der zur Passhöhe ansteigend, hier auf Rauhwacke

auflagernd in SO.-Richtung zum Dezzo-Thale streicht und dort an die Muschelkalkschichten sich anschliesst.

Der Weg auf der Passhöhe schneidet, ähnlich wie am Zovettopass, in Rauhwacke ein. Gleich daneben tauchen auch die Campiler- und Seisserschichten auf und ein lebhaft betriebener Bergbau bekundet auch hier den Reichthum an Eisenerzflötzen. Gewöhnlich kommen hier manganhaltige, stark verwitterte Spatheisensteine vor, bemerkenswerth sind aber noch insbesondere die spathigen, Pentacrinitenstiele umschliessende Bänke, welche Flasern und Putzen von Eisenglimmer in sich schliessen. Es erinnert dies, wie schon bemerkt wurde, aufs Lebhafteste an eine ähnliche Erscheinung bei Berchtesgaden, wo Eisenglimmer in den Werfener Schichten einbricht.

In sehr tiefer Lage dieser Gesteinsreihe oberhalb Nona fand ich im grünlichgrauen, sandigen Mergelschiefer zahlreiche Exemplare von *Myophoria costata* und in den grossen Plattenbrüchen unterhalb Nona neben dem Wege zur Ponte di Gleno in gleichen Schichten *Myophoria costata*, *Naticella costata*, *Ammonites Cassianus* in z. Th. verkiesten oder mit einem chloritischen Ueberzug versehenen Schalen. Die hangenden Lagen dieser grossen Brüche nehmen eine röthliche Farbe an, werden ärmer an Versteinerungen, dagegen zeigen sich ihre Schichtflächen dicht bedeckt von Wülsten, Kriechspuren, Wellenfurchen u. dergleichen Unebenheiten. Wir stehen hier tief im Liegenden der Seisser Schichten, welche an dem nahen Zusammenflusse des Nonabaches mit den Hauptbache des Val di Gleno in schöner Entblössung unmittelbar auf rothem Sandstein aufruhen. Die Schichten beider Gesteinsreihen fallen mit 50—65° nach SW. ein. Wir haben hier sicher wieder den rothen Grödener Sandstein, dessen Zusammenhang mit den Collioschichten wir nun aufwärts in Val di Gleno — Ein

schnitt, der die Schichten nahe rechtwinkelig durchquert, verfolgen.

Wir steigen von der Gleno-Brücke über die querstreichenden und vorwärts nach SW. einfallenden Schichtenköpfe thalaufwärts zu immer liegenderen Bänken von rothen Sandsteinen und hellen Conglomeraten bis in die Nähe des Wasserfalls, wo grobe Conglomerate mit Rollstücken von rothem Porphyr und von Quarz sich einstellen empor. Eine auffallend weisse Sandsteinbank mit zahlreichen, rostfarbigen Putzen bilden ungefähr die Grenze zwischen den hangenden Bänken der Grödener Schichten und den nun im Liegenden folgenden, conform unter ungefähr 60° einschliessenden Schichten des sog. Rothliegenden mit den verschiedenen Gesteinslagen, wie wir solche soeben bei Fiume nero kennen gelernt habe. Eigenthümlich ist diesen Schichten eine ausgezeichnete fast senkrecht zur Schichtung gehende Schieferung. In Bezug auf Gesteinsentwicklung bemerken wir hier das Vorwalten einer schmutzig röthlichen und grauen Färbung. Diese Schichten reichen in ansehnlicher Höhe an den Gehängen der Berge empor, wo sie sich an den glimmerigen Phyllit des Mt. Gleno anlehnen.

Kehren wir zur Glenobrücke zurück, so können wir von einer Reihe von Steinbrüchen aus, welche in den abgerundeten Vorbergen auf denselben dünnspaltenden Dachschiefer-artigen Platten der Seisser Schichten mit *Myophoria costata*, wie bei Nona, im Betrieb stehen, die Grenzregion gegen den unterlagernden rothen Sandstein auf das genaueste Schicht für Schicht untersuchen. Besonders günstig hiefür ist Val Venero colina und eine Seitenschlucht bei Ronco unfern Schilpario, wo zwar die Schichten erst nach NO. einfallen, dann aber muldenförmig umbiegend ein normales SW. Einschliessen einnehmen. Wir finden auch hier, dass die durch die Steinbrüche aufgeschlossenen und ausgebeuteten Plattenmergel mit *Myophoria costata* zu der liegendsten

Reihe der Seisserschichten gehören, unter welchen zunächst dolomitisch-eisenspathige, stark rostfarbig verwitternde Gesteine in einer Mächtigkeit von nur 3—5 m sich einstellen. Unmittelbar darunter folgt dann die erste, sehr kieselreiche, von Quarzadern durchflaserte, blassrothe Sandsteinbank und dann sofort die ganze grosse Reihe der rothen Sandsteine und Conglomerate der Grödener Schichten.

Es fragt sich nun, dürfen wir diese dolomitischen Grenzschichten, der wir übrigens, auch im Gebiete von Bagolino und Collio begegnet sind, eine grössere Bedeutung zumessen, und etwa für eine Stellvertretung der Bellerophonkalke, die allerdings auf gleichem geologischem Horizonte lagern, ansehen? Hiefür liegt kein anderer Grund vor, als etwa die dolomitische Beschaffenheit des Gesteins und dies dürfte denn doch nicht genügen, um damit eine so schwerwiegende Parallele zu begründen.

Aehnlichen Lagerungsverhältnissen begegnet man auch im Venerocolina-Haupthale. Hier heben sich höher thalaufwärts unter dem Complex der rothen Sandsteine und Conglomerate die grauen und schwarzen, oder schmutzig röthlich grauen Gesteine in gleichförmiger Unterlagerung hervor, die ganz unzweifelhaft den Collio- oder sog. Rothliegenden Schichten entsprechen. Sie gewinnen jedoch hier keine grosse Mächtigkeit, weil die rothen Sandsteinschichten noch einmal in einem grossen Sattel sich umbiegen und mit widersinnigem NW. Einfallen aufs neue zur Thalsohle herab sich einsenken, wo sie in dem grossen Kahr unterhalb des Passes dessen ganze Breite einnehmen. Es stehen zwar an dem Passsteig nahe der Hütten Stallo di Venericollo noch einmal dünnplattige, graue Sandschiefer an, welche der älteren Reihe angehören. Ihre Erstreckung ist aber sehr gering, indem sich sofort höher gegen den Pass-Uebergang[18])

18) Ein plötzlich eingetretener Gewitterregen, der bis zum Abend

zu Phyllit aus dem Untergrunde heraushebt, welcher dann ohne Unterbrechung nur mit Gneiss-artigen und quarzitischen Zwischenlagen wechselnd bis zur Passhöhe und von dieser an nordwärts durch das ganze Valle di Beloiso anhält.

Die Hauptergebnisse dieser nur flüchtigen Wanderung durch den östlichen Theil der Bergamasker Alpen lässt sich endlich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Das durch Suess näher bekannt gewordene Schichtensystem mit Pflanzenresten des Rothliegenden — grünlich graue, grauwackenartige Sandsteine, graue Conglomerate und schwarze plattige, Pflanzenreste-führende Sandsteinschiefer — ist nicht ident mit den Pflanzenführenden Sandsteinlagen von Neumarkt und Recoaro.

2) Derselbe Schichtencomplex dieser älteren Gesteine — der Kürze halber Collioschichten — zeigt sich schon vertreten in der Naifschlucht bei Meran und in zahlreichen zwischen Porphyr eingeklemmten Fetzen bei Botzen.

3) Die Collioschichten schliessen sich zwar an allen Punkten, wo sie mit dem rothen Sandstein und Conglomerate (Grödener Schichten) unmittelbar zusammenstossen in gleichförmiger Unterlagerung an diese an. Aber es giebt sehr viele Punkte, wo in nächster Nähe die Grödener Schichten in ganz selbstständiger Entwicklung auftreten und unmittelbar über Phyllit das System jüngerer Schichten eröffnen. Diese Selbstständigkeit der Entwicklung spricht zu Gunsten einer Zutheilung beider Ablagerungen zu verschiedenen Formationen und gegen die Zuweisung der Grödener Schichten zu dem Rothliegenden (Zechstein).

4) Demzufolge können auch im Zusammenhalte mit dem

---

anhielt, verhinderte grade an der Passhöhe eingehendere Untersuchungen anzustellen.

überwiegenden Triascharakter der Neumarkter Flora die Grödener Schichten nur als Glieder der ältesten Trias angesehen werden.

5) Damit in voller Uebereinstimmung steht die Thatsache dass die Seisser Schichten mit *Myophoria costata* unmittelbar auf der obersten Bank des rothen Sandsteins aufliegen und dass also, da diese Lage dem mitteldeutschen Röth entspricht, im Falle man die Grödener Sandsteine als Repräsentanten der Dyas ansehen würde, dazwischen absolut kein Raum für eigentlichen Buntsandstein wäre.

6) Die typischen Bellerophonkalke setzen in die Westalpen nicht hinüber; die an der Grenze zwischen rothen Sandstein und Seisser Schichten bemerkbaren dolomitischen Lagen können mit einiger Sicherheit nicht für Stellvertreter gelten.

7) Die oft Gyps-führende Rauhwacke nimmt ein constantes Niveau zwischen den Campiler-Seisser Schichten und dem Brachiopodenkalk des Muschelkalkes ein.

8) In den Westalpen entwickelt sich zwischen dieser gypsführenden Rauhwacke und der genannten Brachiopodenbank des Muschelkalks noch ein ungemein mächtiges System schwarzer, weissgesprengelter, versteinerungsarmer, plattiger Kalke oder dolomitischer Kalke, die etwa den sog. Guttensteiner Kalken entsprechen und in den Ortler- und Graubündner Alpen eine dominirende Stellung gewinnen — Ortler-Kalke.

9) Die Schichtenentwicklung von der Muschelkalkbrachiopodenbank aufwärts bis zu den räthischen Schichten steht in den Bergamasker Alpen in naher Uebereinstimmung mit der südtiroler Ausbildung. Es entsprechen die Hornsteinknollenlagen den Buchensteiner Schichten, die Halobienschiefer den

Wengener Schichten, die Esinokalk- und Dolomite dem Schlerndolomit (Wettersteinkalk), die Schichten von Gorno und Dossena den Raibler Schichten und die Dolomite mit *Turbo solitarius*, *Avicula exilis*, *Megalodon triqueter*, *Dicerocardium Jani* und *Gyroporella vesiculifera* dem Hauptdolomit.

10) Unter den Gesteinen der älteren krystallinischen Schiefer spielt eine Form von Gneiss — der sog. Phyllitgneiss, Casanna-Schiefer Theobalds z. Th., — eine hervorragende Rolle und bildet ein wesentliches Glied der Phyllitformation in den Alpen.

Herr Dr. C. W. Gümbel spricht:

„Ueber die mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln (Enhydros) von Uruguay.“

Die schon im Alterthume bekannten und berühmten Wasserachate oder Enhydros, welche bereits Plinius beschreibt, indem er (XXXVII. 73) anführt: „Semper rotundatis obsolutae in candore est laevis, sed ad motum fluctuat intus in ea veluti in ovis liquor“ stammten aus den Monti Berici bei Vicenza. Auch der Dichter Claudius (390 n. Ch.) widmete diesen Naturseltenheiten mehrere seiner Epigramme. Denn derartige geschliefene Steine mit beweglicher Gasblase waren damals in Rom sehr geschätzt und wurden zu den Edelsteinen gerechnet.

Diese Enhydros gehören zu den bekannten sog. Achatmandeln, welche mehr oder weniger dicke Ueberrindungen oder Schalenbildungen und Ausfüllungen von Blasenräumen eruptiver Gesteine aus verschiedenen Varietäten von Quarz, sog. Chalcedon und Achat, darstellen. Die Achatmandeln sind häufig in der Mitte hohl und in diesem Falle auch meist mit nach Innen vorstehenden mehr oder weniger ausgebildeten Quarzkrystallen, wohl auch mit Kalkspath, Zeolith und Grünerde überkleidet, oft selbst mit einer ockerigen, manganhaltigen Substanz versehen. Bei den Enhydros kommt dazu, dass der übrig bleibende Hohlraum mit einer Flüssigkeit und in der Regel mit einer Gasblase erfüllt ist, die sich stellenweis

| Fundstellen | Kieselsäure | Tetansäure | Thonerde |
|---|---|---|---|
| 15. Resttheil der Analyse 14 . . . 81,1% | 81,38 | — | 11,89 |
| 16. Aus Phyllitgneiss von Glaris ausgesuchter Sericit mit Schwefelsäure behandelt, zersetzter Theil . . . . . . . 39,5% | **48,90** | — | **27,15** |
| 17. Rest unzersetzt . . . . . . 60,5% | 68,21 | — | 17,68 |
| 18. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss von Fiume nero, Bauschanalyse . | 58,44 | — | 24,84 |
| 19. Dieselbe Substanz mit Schwefelsäure behandelt, zersetzt . . . . . . 47,68% | **50,76** | — | **29,75** |
| 20. Rest dieser zersetzten Masse . 52,32% | 65,44 | — | 20,30 |
| 21. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss des Fürstensteins im Fichtelgebirge, Bauschanalyse . . . . . . . | 55,51 | — | 26,23 |
| 22. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss von Dürrberg im Fichtelgebirg, Bauschanalyse . . . . . . . . . | 55,80 | — | 27,72 |
| 23. Ausgesuchter Sericit aus dem Sericitgneiss bei Goldkronach im Fichtelgebirge mit Schwefelsäure zersetzt . . . . 47% | **45,88** | — | **33,96** |

halt aller chemischen und physikalischen Eigenschaften der Ansicht, dass der Sericit auch mineralogisch eine zureichend grosse Eigenartigkeit besitzt, um ihn als sog. eigene Species zu betrachten.

Was nun die Natur und Entstehung dieses Sericits anlangt, so wird derselbe vielfach als ein Umwandlungsprodukt aus Glimmer oder auch aus Feldspath angesehen. Ich kann nach der Untersuchung sehr zahlreicher Gesteinsproben, welche dieses Mineral enthalten, besonders in zur Schichtung

| Eisenoxyd | Eisenoxydul | Mangan-oxydul | Kalkerde | Bittererde | Kali | Natron | Wasser und Glühverlust | Summe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | 1,10 | — | 0,09 | 1,30 | 2,96 | 0,17 | 1,86 | 100,75 |
| **2,89** | **2,44** | — | **0,21** | **2,37** | **9,15** | **0,64** | **6,22** | **99,97** |
| 3,75 | — | — | 0,29 | 1,74 | 7,54 | 0,82 | 0,82 | 100,85 |
| 4,04 | — | Spur | 0,44 | 1,92 | 6,70 | 1,27 | 3,40 | 101,13 |
| **3,87** | — | — | **0,23** | **2,50** | **7,78** | **0,64** | **5,72** | **101,28** |
| 3,24 | — | — | 0,65 | 1,42 | 5,71 | 1,84 | 1,24 | 99,84 |
| 3,81 | — | — | 0,52 | 0,83 | 4,41 | 4,00 | 4,31 | 99,62 |
| 3,07 | — | — | 0,14 | 0,53 | 5,62 | 1,51 | 4,03 | 98,42 |
| **4,57** | — | — | **0,22** | **0,83** | **9,32** | **0,52** | **4,98** | **100,26** |

quergenommenen Dünnschliffen, die weit lehrreicher, als die Paralleldünnschliffe sind, damit nicht übereinstimmen, erachte vielmehr den Sericit eher für eine Masse, aus der sich unter günstigem Verhältnisse Glimmer bilden konnte und gebildet hat. Von einer Entstehung aus Feldspath an Ort und Stelle kann schon erst nicht die Rede sein; dagegen spricht schon die ganze Art, wie die Sericitschüppchen in dem Gestein eingebettet vorkommen. Man betrachte einen einzigen Querdünnschliff und man wird hiervon sich leicht

überzeugen können. Ob die Massen des Sericit aus zerriebenen Feldspath abstammen, das ist eine andere Frage, die mir aber unbestimmbar und hier unwesentlich und höchst unwahrscheinlich scheint. Ich halte den Sericit für eine primitive Bildung, so ursprünglich, wie die Quarz- und Feldspaththeile und Streifchen, denen er gleichwerthig beigesellt ist. Man muss die ganze grosse Reihe der sog. Thonschieferbildungen älterer Art in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten mit einander vergleichen und prüfen, um in ihnen gleichsam eine stufenmässige Entwicklung von der minder krystallinischen zu der gesteigerten krystallinischen Ausbildung wahrzunehmen. Namentlich sind es die mehr erdigen und mehr glimmerig glänzenden Phyllite, welche einer Seits auch nach ihrer lithologischen Beschaffenheit eine Verbindung vermitteln hinüber zu den cambrischen Thonschiefer und anderer Seits ganz allmählig in Glimmerschiefer verlaufen. Hierbei lässt sich bei vielen Schieferarten eine Substanz als Gemengtheil verfolgen, welche gleichsam der Träger des glimmerigen Elementes ist und dasselbe in verschiedenen Stadien der Entwicklung repräsentirt. Als eine solche Facies dieser Reihe fasse ich von genetischem Standpunkte auch den Sericit auf, der uns die Brücke bauen hilft für das Verständniss der Entstehung der krystallinischen Schiefer. Man vergleiche in dieser Beziehung die Textur der verschiedenen Thonschiefer von den versteinerungs-führenden an rückwärts — immer in den Querdünnschliffen — bis zu den Phylliten, Glimmerschiefer- und Gneissbildungen, wie solche mir jetzt aus der Untersuchung des Fichtelgebirgsgebiets und auch aus andern Gegenden zu Hunderten vorliegen und man wird eine erstaunliche Fülle von Analogien entdecken, welche die oben ausgesprochene Ansicht nicht als eine unbegründete erscheinen lassen werden.

Soweit die vielfach abändernden Sericitgesteine

zur Zeit bekannt sind, lassen sie sich etwa in folgende Gruppen theilen:

1) Sericitphyllit, glimmerig glänzender Phyllit wesentlich aus Sericit[17]), in Salzsäure leicht zersetzbar chloritischem Bestandtheil und aus Quarz zusammengesetzt z. B. von Lauterbach, Lindenhammer etc.

2) Sericitquarzit, meist knotig flasrige Quarzite mit Sericitzwischenlagen und häufig mit Auscheidungen von Quarzkörnchen z. B. von Christophsrod bei Wiesbaden Hallgarten etc.

3) Sericitgneiss oder Phyllitgneiss, dem vorigen ähnlich, aber wesentlich noch bereichert durch Feldspathbeimengungen, die häufig gleichfalls in Körnchen und Linsen ausgebildet sind, (Augengneiss). z. B. Fichtelgebirge Goldkronach, Redwitz, im ostbayerischen Grenzgebirge bei Waldsassen, in den Alpen.

4) Porphyrartiges Sericitgestein mit anscheinend dichter felsitähnlicher Grundmasse der Bestandtheile des Sericitgneisses und porphyrartig eingestreuten Ausscheidungen von Quarz und Feldspath (Porphyroid). Das Gestein ist häufig flasrig wellig geschichtet z. B. aus dem Harz, Thüringer Wald.

---

17) Soeben vor dem Druck dieser Zeilen erhalte ich durch die Gefälligkeit des Verfassers Herrn Laspeyres eine Abhandlung über Sericit (Z. für Kryst. IV. 3. 1879 S. 244), deren anregender, reicher Inhalt ich leider nicht mehr verwerthen konnte. Ich füge desshalb hier noch die Analyse desselben Sericits von Hallgarten an, von dem 2 Analysen vorn mitgetheilt sind. Bei 105° getrocknete reine Substanz gab $SiO_2=45,361$; $Al_2O_3=32,919$; $F_2O_3=2,048$; $FO=1,762$; $CaO=0,494$; $MgO=0,895$; $Ka_2O=11,671$; $Na_2O=0,724$; $H_2O=4,126$ zus. $= 100,000$. L. kommt zu dem Schluss, dass der Sericit genau die chem. Zusammensetzung des Kaliglimmers besitze und nur als dichter Kaliglimmer anzusehen sei; er lässt denselben durch Umwandlung aus feinem Feldspathschlich, ähnlich dem Pinitoid, entstehen. Man sieht hieraus, dass diese Resultate mit meinen Untersuchungen nicht übereinstimmen.

5) Sericitflint, anscheinend dichte, aphanitische Vermengung von Sericit, Feldspath und Quarz in einem mehr oder wenig deutlich geschichteten Hälleflint-ähnlichen Gestein, auf dessen Schichtflächen Sericitblättchen sichtbar werden. Durch Ausscheidung von Quarz- und Feldspathkörnchen entstehen Uebergänge in das porphyrartige Sericitgestein. (Euritschiefer z. Th. Felsitschiefer u. s. w.); z. B. von Val Fiume nero, vom Pfaffenkopf bei Treseburg am Harz (Sericit-Adinol Schiefer. Lossen's.)

Kehren wir zu dem Profile des Fiume nero Thales zurück, so finden wir oberhalb Val Secca durchweg die Schichten des glimmerigen Phyllits und der reichen Phyllytgneisseinlagerungen mit NW. Einfallen. Diese Gesteine scheinen ununterbrochen bis zu den höchsten Spitzen der Berge zwischen P. del Diavalo und Mt. Redorta fortzusetzen. Die in dem Hauptthale auch noch an höhern Stellen liegenden Fragmente grauer Sandsteine und Conglomerate stammen von Seitenhöhen und beweisen, dass hier die Collioschichten ziemlich grosse Ausbreitung gewinnen. Auch Rollstücke typischer Porphyre wurden bemerkt; dagegen fehlen hier alle Andeutungen des Vorkommens von rothem Sandstein und Seisser Schichten.

Vom Dorfe Fiume nero im Hauptthale aufwärts gegen Bandione stehen an den kahlen Gehängen ganz dieselben grauen Gesteine an, wie im Fiume nero Thale; es sind die Bildungen von Collio und Valle di Freg. Sie legen sich bei Bandione an dem Steilgehänge gegen Lizzola deutlich an den Phyllit an, der in der Umgegend von Lizzola mehrfach zu Tag tritt, oberhalb Lizzola in der Richtung zum Ca di Manina aber von einer Verwerfungsspalte abgeschnitten wird, so dass hier schwarzer plattiger Ortler-Kalk unmittelbar neben Phyllit auftaucht. Es ist dies derselbe schwarze Kalk, der zur Passhöhe ansteigend, hier auf Rauhwacke

auflagernd in SO.-Richtung zum Dezzo-Thale streicht und dort an die Muschelkalkschichten sich anschliesst.

Der Weg auf der Passhöhe schneidet, ähnlich wie am Zovettopass, in Rauhwacke ein. Gleich daneben tauchen auch die Campiler- und Seisserschichten auf und ein lebhaft betriebener Bergbau bekundet auch hier den Reichthum an Eisenerzflötzen. Gewöhnlich kommen hier manganhaltige, stark verwitterte Spatheisensteine vor, bemerkenswerth sind aber noch insbesondere die spathigen, Pentacrinitenstiele umschliessende Bänke, welche Flasern und Putzen von Eisenglimmer in sich schliessen. Es erinnert dies, wie schon bemerkt wurde, aufs Lebhafteste an eine ähnliche Erscheinung bei Berchtesgaden, wo Eisenglimmer in den Werfener Schichten einbricht.

In sehr tiefer Lage dieser Gesteinsreihe oberhalb Nona fand ich im grünlichgrauen, sandigen Mergelschiefer zahlreiche Exemplare von *Myophoria costata* und in den grossen Plattenbrüchen unterhalb Nona neben dem Wege zur Ponte di Gleno in gleichen Schichten *Myophoria costata*, *Naticella costata*, *Ammonites Cassianus* in z. Th. verkiesten oder mit einem chloritischen Ueberzug versehenen Schalen. Die hangenden Lagen dieser grossen Brüche nehmen eine röthliche Farbe an, werden ärmer an Versteinerungen, dagegen zeigen sich ihre Schichtflächen dicht bedeckt von Wülsten, Kriechspuren, Wellenfurchen u. dergleichen Unebenheiten. Wir stehen hier tief im Liegenden der Seisser Schichten, welche an dem nahen Zusammenflusse des Nonabaches mit den Hauptbache des Val di Gleno in schöner Entblössung unmittelbar auf rothem Sandstein aufruhen. Die Schichten beider Gesteinsreihen fallen mit 50—65° nach SW. ein. Wir haben hier sicher wieder den rothen Grödener Sandstein, dessen Zusammenhang mit den Collioschichten wir nun aufwärts in Val di Gleno — Ein

schnitt, der die Schichten nahe rechtwinkelig durchquert, verfolgen.

Wir steigen von der Gleno-Brücke über die querstreichenden und vorwärts nach SW. einfallenden Schichtenköpfe thalaufwärts zu immer liegenderen Bänken von rothen Sandsteinen und hellen Conglomeraten bis in die Nähe des Wasserfalls, wo grobe Conglomerate mit Rollstücken von rothem Porphyr und von Quarz sich einstellen empor. Eine auffallend weisse Sandsteinbank mit zahlreichen, rostfarbigen Putzen bilden ungefähr die Grenze zwischen den hangenden Bänken der Grödener Schichten und den nun im Liegenden folgenden, conform unter ungefähr 60° einschliessenden Schichten des sog. Rothliegenden mit den verschiedenen Gesteinslagen, wie wir solche soeben bei Fiume nero kennen gelernt habe. Eigenthümlich ist diesen Schichten eine ausgezeichnete fast senkrecht zur Schichtung gehende Schieferung. In Bezug auf Gesteinsentwicklung bemerken wir hier das Vorwalten einer schmutzig röthlichen und grauen Färbung. Diese Schichten reichen in ansehnlicher Höhe an den Gehängen der Berge empor, wo sie sich an den glimmerigen Phyllit des Mt. Gleno anlehnen.

Kehren wir zur Glenobrücke zurück, so können wir von einer Reihe von Steinbrüchen aus, welche in den abgerundeten Vorbergen auf denselben dünnspaltenden Dachschiefer-artigen Platten der Seisser Schichten mit *Myophoria costata*, wie bei Nona, im Betrieb stehen, die Grenzregion gegen den unterlagernden rothen Sandstein auf das genaueste Schicht für Schicht untersuchen. Besonders günstig hiefür ist Val Venero colina und eine Seitenschlucht bei Ronco unfern Schilpario, wo zwar die Schichten erst nach NO. einfallen, dann aber muldenförmig umbiegend ein normales SW. Einschliessen einnehmen. Wir finden auch hier, dass die durch die Steinbrüche aufgeschlossenen und ausgebeuteten Plattenmergel mit *Myophoria costata* zu der liegendsten

Reihe der [illegible]
dolomitische [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
rothen Sandsteine und Conglomerate [illegible]

Es fragt sich nun, [illegible]
schichten, [illegible]
und Collio [illegible]
und etwa für eine [illegible]
allerdings [illegible]
sehen? [illegible]
dolomitische Beschaffenheit [illegible]
denn doch nicht genügen, [illegible]
Parallele zu begründen.

Aehnlichen Lagerungsverhältnissen begegnet man auch im Venerocolo-Hauptthale. Hier heben sich höher thalaufwärts unter den Complex der rothen Sandsteine und Conglomerate die grauen und schwarzen, oder schmutzig röthlich grauen Gesteine in gleichförmiger Unterlagerung hervor, die ganz unzweifelhaft den Collio- oder sog. Rothliegenden Schichten entsprechen. Sie gewinnen jedoch hier keine grosse Mächtigkeit, weil die rothen Sandsteinschichten noch einmal in einem grossen Sattel sich umbiegen und mit widersinnigem NW. Einfallen aufs neue zur Thalsohle herab sich einsenken, wo sie in dem grossen Kahr unterhalb des Passes dessen ganze Breite einnehmen. Es stehen zwar an dem Passsteig nahe der Hütten Stallo di Venerocolo noch einmal dünnplattige, graue Sandschiefer an, welche der älteren Reihe angehören. Ihre Erstreckung ist aber sehr gering, indem sich sofort höher gegen den Pass-Uebergang [18])

---

18) Ein plötzlich eingetretener Gewitterregen, der bis zum Abend

zu Phyllit aus dem Untergrunde heraushebt, welcher dann ohne Unterbrechung nur mit Gneiss-artigen und quarzitischen Zwischenlagen wechselnd bis zur Passhöhe und von dieser an nordwärts durch das ganze Valle di Beloiso anhält.

Die Hauptergebnisse dieser nur flüchtigen Wanderung durch den östlichen Theil der Bergamasker Alpen lässt sich endlich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Das durch Suess näher bekannt gewordene Schichtensystem mit Pflanzenresten des Rothliegenden — grünlich graue, grauwackenartige Sandsteine, graue Conglomerate und schwarze plattige, Pflanzenreste-führende Sandsteinschiefer — ist nicht ident mit den Pflanzenführenden Sandsteinlagen von Neumarkt und Recoaro.
2) Derselbe Schichtencomplex dieser älteren Gesteine — der Kürze halber Collioschichten — zeigt sich schon vertreten in der Naifschlucht bei Meran und in zahlreichen zwischen Porphyr eingeklemmten Fetzen bei Botzen.
3) Die Collioschichten schliessen sich zwar an allen Punkten, wo sie mit dem rothen Sandstein und Conglomerate (Grödener Schichten) unmittelbar zusammenstossen in gleichförmiger Unterlagerung an diese an. Aber es giebt sehr viele Punkte, wo in nächster Nähe die Grödener Schichten in ganz selbstständiger Entwicklung auftreten und unmittelbar über Phyllit das System jüngerer Schichten eröffnen. Diese Selbstständigkeit der Entwicklung spricht zu Gunsten einer Zutheilung beider Ablagerungen zu verschiedenen Formationen und gegen die Zuweisung der Grödener Schichten zu dem Rothliegenden (Zechstein).
4) Demzufolge können auch im Zusammenhalte mit dem

---

anhielt, verhinderte grade an der Passhöhe eingehendere Untersuchungen anzustellen.

überwiegenden Triascharakter der Neumarkter Flora die Grödener Schichten nur als Glieder der ältesten Trias angesehen werden.

5) Damit in voller Uebereinstimmung steht die Thatsache dass die Seisser Schichten mit *Myophoria costata* unmittelbar auf der obersten Bank des rothen Sandsteins aufliegen und dass also, da diese Lage dem mitteldeutschen Röth entspricht, im Falle man die Grödener Sandsteine als Repräsentanten der Dyas ansehen würde, dazwischen absolut kein Raum für eigentlichen Buntsandstein wäre.

6) Die typischen Bellerophonkalke setzen in die Westalpen nicht hinüber; die an der Grenze zwischen rothen Sandstein und Seisser Schichten bemerkbaren dolomitischen Lagen können mit einiger Sicherheit nicht für Stellvertreter gelten.

7) Die oft Gyps-führende Rauhwacke nimmt ein constantes Niveau zwischen den Campiler-Seisser Schichten und dem Brachiopodenkalk des Muschelkalkes ein.

8) In den Westalpen entwickelt sich zwischen dieser gypsführenden Rauhwacke und der genannten Brachiopodenbank des Muschelkalks noch ein ungemein mächtiges System schwarzer, weissgesprengelter, versteinerungsarmer, plattiger Kalke oder dolomitischer Kalke, die etwa den sog. Guttensteiner Kalken entsprechen und in den Ortler- und Graubündner Alpen eine dominirende Stellung gewinnen — Ortler-Kalke.

9) Die Schichtenentwicklung von der Muschelkalkbrachiopodenbank aufwärts bis zu den räthischen Schichten steht in den Bergamasker Alpen in naher Uebereinstimmung mit der südtiroler Ausbildung. Es entsprechen die Hornsteinknollenlagen den Buchensteiner Schichten, die Halobienschiefer den

Wengener Schichten, die Esinokalk- und Dolomite dem Schlerndolomit (Wettersteinkalk), die Schichten von Gorno und Dossena den Raibler Schichten und die Dolomite mit ***Turbo solitarius***, ***Avicula exilis***, ***Megalodon triqueter***, ***Dicerocardium Jani*** und ***Gyroporella vesiculifera*** dem Hauptdolomit.

10) Unter den Gesteinen der älteren krystallinischen Schiefer spielt eine Form von Gneiss — der sog. Phyllitgneiss, Casanna-Schiefer Theobalds z. Th., — eine hervorragende Rolle und bildet ein wesentliches Glied der Phyllitformation in den Alpen.

Herr Dr. C. W. Gümbel spricht:

## „Ueber die mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln (Enhydros) von Uruguay.“

Die schon im Alterthume bekannten und berühmten Wasserachate oder Enhydros, welche bereits Plinius beschreibt, indem er (XXXVII. 73) anführt: „Semper rotundatis obsolutae in candore est laevis, sed ad motum fluctuat intus in ea veluti in ovis liquor“ stammten aus den Monti Berici bei Vicenza. Auch der Dichter Claudius (390 n. Ch.) widmete diesen Naturseltenheiten mehrere seiner Epigramme. Denn derartige geschliefene Steine mit beweglicher Gasblase waren damals in Rom sehr geschätzt und wurden zu den Edelsteinen gerechnet.

Diese Enhydros gehören zu den bekannten sog. Achatmandeln, welche mehr oder weniger dicke Ueberrindungen oder Schalenbildungen und Ausfüllungen von Blasenräumen eruptiver Gesteine aus verschiedenen Varietäten von Quarz, sog. Chalcedon und Achat, darstellen. Die Achatmandeln sind häufig in der Mitte hohl und in diesem Falle auch meist mit nach Innen vorstehenden mehr oder weniger ausgebildeten Quarzkrystallen, wohl auch mit Kalkspath, Zeolith und Grünerde überkleidet, oft selbst mit einer ockerigen, manganhaltigen Substanz versehen. Bei den Enhydros kommt dazu, dass der übrig bleibende Hohlraum mit einer Flüssigkeit und in der Regel mit einer Gasblase erfüllt ist, die sich stellenweis

durch die durchscheinende Chalcedonwandung deutlich wahrnehmen lässt. Solche Enhydros galten von jeher als die grössten Seltenheiten in den Mineraliensammlungen. Ihr Vorkommen war fast in Vergessenheit gerathen, als Fortis (Mém. pour servis a l'histoire natur. de 'Italie 1802 T. I. p. 52 und ff.) sie gleichsam wieder entdeckte und vom Monte Tondo und von Maïn des Mt. Galda bei Vicenza unter der Bezeichnung Achatenhydres beschrieb. Er bemerkt hierüber, dass solche Chalcedongeoden mit Wassereinschlüssen an dem zuerst genannten Orte sich häufig genug vorfänden, dass aber der Besitzer von Grund und Boden die Erlaubniss nach ihnen zu graben verweigere. Im Ganzen scheinen diese Enhydros wenig beachten geblieben zu sein und erst bei Humphry Davy[1] finden wir eine nähere Angabe über die Beschaffenheit der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Gase in diesen Wasserachaten von Vicenza. Es erwähnt zwar auch Bischof (Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie 2. Aufl. Bd. III S. 632) das Vorkommen von mit Wasser erfüllten Achatmandeln bei Oberstein und von anderen Orten, geht aber nicht näher auf die Beschaffenheit dieses eingeschlossenen Wassers ein und ebenso berührt er nur flüchtig (a. a. O. Bd. II S. 855 u. ffd.), dass nach Silleman eine milchige Flüssigkeit, womit Chalcedonmandeln erfüllt waren, beim Verdunsten an der Luft kleine farblose 1½ Linien lange Quarzkrystalle abgesetzt hätten.

Es traten in neuester Zeit die schon von Davy und Brewster begonnenen Untersuchungen der in mikroscopisch kleinen Hohlräumchen enthaltenen Flüssigkeiten krystallisirter Mineralien, hauptsächlich des Quarzes mehr in den Vordergrund, wobei sich aus den vortrefflichen Beobachtungen Sorby's, Vogelsang's und Anderer ergab, dass

1) Sur l'état où se trouve l'eau et les matières aériformes dans les cavités des certains cristaus. Annales de chimie et de physique T. XXI. 1822 p. 132 et seq.

die in Krystallen eingeschlossenen Flüssigkeiten meist aus Wasser, oder doch vorwaltend aus Wasser mit einem Gehalt an verschiedenen Salzen (Chlornatrium, Chlorkalium, Sulphate von Kali, Natron, Kalkerde etc.) und Gasen (Kohlensäure) oder aber aus mehr oder weniger reiner, zu einer Flüssigkeit condensirten Kohlensäure bestehen.

Erst die reiche Vorlage von mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878, welche von der Regierung Uruguay's aus der Provinz Salto gesendet worden waren, lenkte die Aufmerksamkeit wieder mehr auf diesen Gegenstand zurück. Dadurch dass die Achatindustrie von Oberstein und Idar jetzt nicht mehr oder selten in der Nähe dieser Orte gewonnene Achate, sondern grösstentheils solche aus Südamerika bezogene Steine verarbeitet, begünstigte die Gelegenheit, mich in den Besitz einiger solcher amerikanischer Enhydros zu setzen, welche genau dieselbe Beschaffenheit besitzen, wie jene Exemplare, welche in der Novembersitzung der Herr Geh.-Rath Dr. v. Pettenkofer als Geschenk des Herrn Dr. Günther, der Chemikers Fleischextractfabrik in Fray Bentos der Akademie vorgelegt hat. Der Fundort der von mir untersuchten Enhydros ist unzweifelhalt der nämliche, wie jener nach der Angabe des Herrn Dr. Günther, nämlich bei Catalan, 30 Leguas NO. von der Stadt Salto in Uruguay, wo sich die grossen Achatgruben des Herrn Schuch befinden. Das von mir zur näheren Untersuchung verwendete grössere Exemplar von flachlinsenförmiger Gestalt liess an einzelnen dünnwandigen Stellen der durchscheinenden Chalcedonschale sehr deutlich eine mässig grosse Gasblase erkennen, welche sich bei dem Umwenden des Steins, einer Libelle gleich, lebhaft bewegte und die Anwesenheit einer ansehnlichen Menge von Flüssigkeit in dem Hohlraume verrieth.

Eine Reihe hochinteressanter geologischer Fragen schien

sich mir mit dieser Erscheinung zu verknüpfen. Zunächst war es wichtig festzustellen, sowohl aus welcher Gasart die Libelle besteht, als auch ob dieselbe eine geringere oder höhere Spannung besitze. Es durfte bei den verschiedenen Möglichkeiten der Zusammensetzung der eingeschlossenen Flüssigkeit wohl auch an einen hohen Gehalt an Kohlensäure und an Salzlösungen verschiedener Art, vielleicht selbst an Kieselsäure gedacht werden. Es lag die Frage nahe, ob die eingeschlossene Flüssigkeit etwa vielleicht gleichsam als die Mutterlauge, aus der sich die Quarzmasse der Mandel ausgeschieden habe[1]), anzusehen sei.

Die mechanische Vorrichtung, welche für diese Untersuchungen nothwendig waren, verdanke ich der ausnehmenden Gefälligkeit von Herrn Professor Bauschinger, für dessen freundliche Unterstützung ich hier den besten Dank auszusprechen gerne Veranlassung nehme.

Was zunächst das Aeussere der von mir untersuchten Chalcedonmandel anbelangt, so liess der flacheiförmige Stein bei einer grössten Länge von 53 mm. einer grössten Breite von 44 mm. und einer grössten Dicke von 22 mm. im Gewicht von 51,361 gr. auf der einen Flachseite eine ziemlich glatte Wölbung wahrnehmen, während die andere Seite aus einer Anzahl von warzen- oder fladenförmigen, unregelmässig concentrischen Chalcedon-Wülste zusammengesetzt erscheint. Diese Wülste deuten unzweifelhaft die einzelnen Stellen an, wo die sich absetzende Quarzsubstanz in den vorhandenen Mandelhohlraum eingeführt wurde. Oft ziemlich hochgewölbt bestehen diese Wülste, welche den harz- oder gummiartigen Ausschwitzungen mancher Bäume nicht unähnlich sind, aus verschiedenen nach und nach gebildeten Lagen, welche in unregelmässig

1) Diese kurze Mittheilung will nur als eine vorläufige angesehen werden, da es bis jetzt an Material fehlt, weitere exaktere Untersuchungen anstellen zu können.

concentrischen, ringförmigen und oft gekröseartig gelappten Absätzen terrassenförmig sich aneinander anschliessen. Die Aehnlichkeit mit den bekannten Kieselringen mancher in Quarzsubstanz übergegangener Muschelschalen ist unverkennbar. Es sind dies Erscheinungen in Folge der Infiltration der aus einer Lösung sich absetzenden Kieselsubstanz. Indem sich nun Wulst an Wulst anschloss, entstand im Innern des Blasenraumes irgend eines Eruptivgesteins nach und nach eine zusammenhängende Wand und eine oft völlig geschlossene Mandel mit grubigen Vertiefungen zwischen den fladenförmigen Warzen. Die untere glatte Wand von Kieselsubstanz scheint Stalagmiten-artig entstanden zu sein. Doch giebt es auch namentlich kleinere, nach allen Seiten hin gleichmässig warzige Mandeln, bei welchen der formgebende Blasenraum seiner Längenausdehnung nach wahrscheinlich mehr oder weniger senkrecht im Gestein gestellt war.

Die Substanz der Mandelwände ist Chalcedon d. h. anscheinend dichte, im polarisirten Lichte in bunten Aggregatfarben sich zeigende Quarzsubstanz, welche ohne Wasser zu enthalten theilweise in Kalilauge sich löst. Meine Versuche ergaben, dass bei anhaltendem Kochen des mittelfeinen Pulvers der äusseren Rinde in concentrirter Kalilauge nur 3,7% in Lösung gingen. Die Chalcedonwand ist durchscheinend genug, um die Gasblase deutlich zu sehen, aber doch nicht zureichend durchsichtig, um ihre Grenze genau fest stellen zu können. Nach Innen wechseln hellere und milchigtrübe, concentrische Lagen mit einander und endlich geht diese Rindenschale in reine Quarzsubstanz über, welche in stark glänzenden prächtigen Krystallspitzen in den Hohlraum vorragt. Die meisten dieser schönen Quarzkrystalle sind wasserhell, einzelne gelblich oder rauchgrau; ein staubiger Ueberzug über den Krystallen wurde an den entleerten Mandeln nirgend bemerkt. Doch bestehen die meisten Steine

nicht blos aus Quarzsubstanz. Man bemerkt auf der Oberfläche hier und da auch Kalkspaththeile, die in wasserhellen rhomboëdrischen Krystallen gleichsam zwischen und in den Chalcedonwülsten eingewachsen sind. Im Innern der Mandeln sah ich keinen Kalksptath.

Vorversuche hatten gelehrt, dass die Gasblase beim Erwärmen des ganzen Steins selbst bis auf 100° C. sich nicht wesentlich in ihren Dimensionen änderte, so weit sich dies durch die nur durchscheinende Chaledonwand bemessen liess.

Eine höhere Temperatur anzuwenden schien nicht räthlich, nun sich nicht der Gefahr auszusetzen, durch ein Platzen der Wandung der Möglichkeit, andere Versuche anzustellen, beraubt zu werden. Hatte doch ein anderer Versuch an einem zum Glück nur kleinen Enhydros bereits Lehrgeld gefordert. Beim Erkalten desselben bis etwa —6° C. war die Flüssigkeit im Innern gefroren. Denn die Libelle blieb unverrückbar bei jeder Wendung des Steins an der gleichen Stelle. Bei näherer Betrachtung zeigte sich aber auch an einer Stelle der Oberfläche eine kleine Eiskruste, die nur von aus dem Innern ausgetretener Flüssigkeit abstammen konnte. Diese Eiskruste zerschmolz genau bei 0° C. zu einer wässrigen Flüssigkeit, die keine anderen Eigenschaften, als die des Wassers zu erkennen gab. Bei näherer Besichtigung fand sich ein früher nicht vorhandener feiner Riss in der Wand, durch welche die Flüssigkeit bei dem Gefrieren des Wassers im Innern herausgepresst worden war. Dieser Verlust der inneren Flüssigkeit wurde auch unzweideutig durch die auffallende Vergrösserung der Libelle nach dem Wiederaufthauen bestätigt. Doch war durch diesen unglücklichen Versuch wenigstens so viel wahrscheinlich gemacht worden, dass, weil die Flüssigkeit so nahe übereinstimmend mit dem Wasser in festem und flüssigem Zustand übergeführt werden konnte, die eingeschlossene Flüssigkeit der Hauptsache nach aus W a s s e r bestehe. Bei einem

anderen Versuche verwandelte sich die Flüssigkeit eines kleinen Enhydros bei etwas unter — 0° in Eis, ohne dass die Wände zersprengt wurden, weil, wie es scheint, dieselben fest genug waren, der Ausdehnung des Eises Widerstand zu leisten.

Um nun zunächst die Natur der Gase der Luftblase kennen zu lernen, wurde der Enhydros in ein kleines Gefäss mit starken Gaswänden eingegypst und dieses Gefäss oben mit einem Deckel luftdicht verschlossen, durch welchen ein kleiner mit einem Diamant versehener Stift mittelst einer dichten Stopfbüchse hindurch geführt war, um an einer anscheinend dünnwandigen Stelle eine Oeffnung in den Stein bohren zu können. Ferner war dieser Fassungsraum durch zwei mit Hähnen luftdicht verschliessbaren Röhrenansätzen einer Seits mit einer Luftpumpe, anderer Seits mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gesetzt. Durch wiederholtes Auspumpen des Fassungsraumes unter Nachströmen von trockener, kohlensäurefreier Luft wurde schliesslich ein möglichst luftverdünnter Raum hergestellt. Alsdann wurde der Bohrer nach Abschluss der Verbindung mit der Luftpumpe und nach Herstellung der Verbindung mit dem Manometer in Bewegung gesetzt und gleichzeitig mit einem kleinen Fernrohr der Stand des Quecksilbers im Manometer scharf beobachtet. Herr Prof. Bauschinger hatte die Güte mir hierüber eingehende Mittheilung zu machen.

Bei Beginn des Bohrens war der Manometerstand 708,5 mm. bei einem Barometerstand von 726,5 mm. und 15,5° Lufttemperatur. Die Luft in dem Fassungsraum hatte also einen Druck von 18 mm. Quecksilbersäule bei 15,5° C. Dieser Druck sank während des Bohrens (etwa 15 Minuten) allmählig auf 31 mm.

Im Moment des Duchbohrens senkte sich die beobachtete Kuppe des Manometers plötzlich um 0,75 mm. Durch

den Ausfluss des Gases in der Libelle der Chalcedonhöhlung war mithin der Druck im Fassungsraum plötzlich von 31 mm. auf 32,5 gestiegen. Dieser Stand erhielt sich mehrere Minuten lang. Es darf wohl angenommen werden, dass die Verdunstung der eingeschlossenen Flüssigkeit eine geringe war. Durch ein Neigen des Manometerrohres wurde das Gas im oberen Theile des Manometerrohres und der Verbindungsröhre in den Fassungsraum zurückgetrieben. Dabei beschlugen sich die Gaswände des Fassungsraums reichlich mit Flüssigkeitsperlen.

Nachdem nun an die Stelle des Manometers ein Chlorcalciumrohr und ein Kalikugelapparat angebracht und ebenso ein gleicher Apparat zwischen Fassungsraum und Luftpumpe eingeführt worden war, wurde das im Fassungsraum enthaltene Luft- und Gasgemisch mittelst der Luftpumpe langsam und behutsam durch das Chlorkalkrohr und den Kaliapparat abgesaugt und dies so lange fortgesetzt bis alle Gase des Fassungsraumes durch den vorgespannten Apparat zweifelsohne durchgetrieben worden waren. Das Chlorcalciumrohr hatte nach Beendigung der Operation um 0,009 gr. an Gewicht zugenommen, der Kaliapparat liess keine Gewichtszunahme beobachten. Die Gasblase der Chalcedonmandeln enthielt folglich keine merkliche Menge von Kohlensäure, nur Wasserdampf und wahrscheinlich atmosphärische Luft.

Um die Spannung des gasförmigen Inhaltes der Chalcedonmandeln zu ermitteln, war der Rauminhalt des Fassungsraums und der Zuleitungsröhre zum Manometer, das mit Luft erfüllten Theils des letzteren und des Inhalts der Gasblase näher festzustellen. Im Moment des Durchbohrens hatte die ausgetrocknete und Kohlensäure-freie Luft des Fassungsraumes sammt Anschluss = 60,91 ccm. und einen Druck, wie oben angeführt, von 31 mm. Quecksilber. Nach dem Durchbohren erhöhte sich dieser Druck plötzlich

auf 32,5 mm., wodurch jenes Volum auf $60{,}91 \times \frac{31}{32{,}5} =$ 58,10 ccm. verringert wurde. Die Differenz $60{,}91 - 58{,}10 =$ 2,81 ccm. nahm das entströmte Gas der durchbohrten Chalcedonmandeln bei 32,5 mm Quecks. und 15,5° C. ein.

Nach sorgfältiger Bestimmung unter Berücksichtigung des Barometerstandes und der Temperatur war das Gewicht

| | |
|---|---|
| der Chalcedonmandel in ursprünglichem Zustande | 51,361 gr. |
| leer und ausgetrocknet . . . . . . . . . | 48,928 „ |
| ganz mit destillirtem Wasser gefüllt . . . . | 54,155 „ |
| Es wog demnach die Flüssigkeit . . . . . | 2,433 „ |
| die Füllung mit destillirtem Wasser . . . . | 5,227 „ |

Nimmt man nun vorläufig die Flüssigkeit als Wasser an, so ist mit grosser Annäherung der Voluminhalt der Gasblase im ursprünglichen Zustande

$$= 5{,}227 - 2{,}433 = 2{,}794 \text{ ccm.}$$

Nach dem Durchbohren dagegen betrug es $2{,}794 + 2{,}81 = 5{,}60$ ccm bei 32,5 mm. Quecksilber und 15,5° C.

Das Gas der Libelle muss also ursprünglich eine Spannung von $32{,}5 \times \frac{5{,}60}{2{,}794} = 65{,}1$ mm. Quecks. bei 15,5° C. besessen haben.

Setzt man die Spannung gesättigten Wasserdampfes, der wohl in der Gasblase als vorhanden angenommen werden darf, = 13 mm., so bleiben noch

$$65{,}1 - 13 = \backsim 52 \text{ mm.}$$

als Spannung der wahrscheinlich atmosphärischen Luft in der Gasblase. Im Augenblick also, in dem die Chalcedonmandel sich schloss, könnte man annehmen, habe sie sich in einer Atmosphäre von Wasserdampf und atmosphärischer Luft befunden, deren Temperatur so hoch war, dass durch Abkühlung des in der Mandel eingeschlossenen Theils auf 15,5° C. die Spannung derselben bis auf 65 mm. herabsank.

Man darf vielleicht aus der Gegenwart der atmosphärischen Luft folgern, dass der Druck der Atmosphäre, in welcher die Chalcedonmandel sich nach und nach bildete, nicht sehr von dem Druck der atmosphärischen Luft an der Erdoberfläche verschieden gewesen sein dürfte; es ergäbe sich dann weiters, dass die Temperatur derselben etwa 100° C. betragen habe.

Nach diesen Experimenten bezüglich der Gasblase war meine fernere Aufgabe auf die Untersuchung der Flüssigkeit gerichtet, da eine weitere Untersuchung der geringen Menge des Gases der Luftblase nicht thunlich war.

Nach Abnahme des Deckels wurde die in der Chalcedonmandel noch vorhandene Flüssigkeit rasch herausgenommen. Es zeigte sich aber leider die Flüssigkeit durch das Bohrmehl verunreinigt, milchig weiss und liess sich auch nicht durch Filtriren reinigen, da das feine Bohrmehl durch das Filter ging. Die Flüssigkeit war übrigens geruch- und geschmacklos, ohne alkalische und ohne deutliche saure Reaction; wenigstens liess letztere sich nicht mit voller Sicherheit feststellen. Eine geringe Trübung in ganz frisch bereitetem Barytwasser rührt z. Th. von einem Gehalt an Schwefelsäure her. Die gewonnene Flüssigkeit betrug kaum die Hälfte der ursprünglich in der Mandel erhaltenen Menge. Uebrigens war dieselbe, nachdem sich das Bohrmehl abgesetzt hatte, vollständig wasserhell. Um sie von letzterem zu befreien, blieb nichts übrig, als sie langsam auf einem flachen Uhrgläschen unter der Glasglocke freiwillig verdunsten zu lassen. Nach dem Eintrocknen erkannte man unter dem Mikroscop neben dem unregelmässigen Bohrmehl deutlich einzelne Kryställchen von quadratischen Umrissen, kleinste Nädelchen, welche einzeln und in Eisblumen-ähnlichen Ausbildungen sich zeigten und ausserdem einzelne kleinste Coccolithen-ähnliche Scheibchen einer nicht doppelt brechenden Substanz. Um nun das eingetrocknete Bohrmehl zu beseitigen, wurde der Absatz vorsichtig mit Wasser über-

gossen, schwach erwärmt und das Wasser langsam abfliessen lassen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass anscheinend alle früheren als Kryställchen abgeschiedenen Theile wieder in Lösung gegangen waren und aus dieser Lösung wieder in ähnlichen Formen sich beim Eintrocknen ausschieden. Die Menge dieser Salze betrug auf die ursprüngliche Flüssigkeitsquantität 2,433 gr. berechnet in Procenten = 0,007, was einem Gehalt von 70 mm. Salzen in einem Liter Flüssigkeit entsprechen würde. Indess kann diese Gewichtsbestimmung auf keine Genauigkeit Anspruch machen, weil immerhin ein nicht unbeträchtlicher Theil der Flüssigkeit abgesehen von der Verdunstung zu Verlust gegangen war.

Die erhaltenen Salze gaben die Reaction auf Chlor, Schwefelsäure, Natron und Kalk; auf Kalium wurde mit negativem Ergebnissen geprüft. Im Zusammenhalt mit den unter dem Mikroscop beobachteten Formen der Krystallausscheidungen ist der Gehalt an Chlornatrium sicher gestellt. Wahrscheinlich findet sich daneben auch noch Chlorcalcium und schwefelsaurer Kalk. Zu weiteren Prüfungen war die Rückstandsmenge zu gering. Eine der wichtigsten Fragen, ob die Flüssigkeit Spuren von Kieselsäure in Lösung enthielt, musste wegen der Verunreinigung mit kieseligem Bohrmehl unentschieden gelassen werden. Die Gefälligkeit der Herrn Conservators der Mineralogischen Sammlung des Staates Prof. Dr. v. Kobell setzte mich jedoch durch Ueberlassung eines Enhydros von der erwähnten Sendung des Herrn Dr. Günther aus Uruguay in die Lage, auch dieser Frage näher zu treten. Aeussere und innere Beschaffenheit dieses Exemplars stimmte aufs Genaueste mit jenem ersten, durch Anbohren geöffneter Enhydros. Dasselbe wurde vorsichtlich zerschlagen und auf diese Weise die freilich sehr geringe Flüssigkeitsmenge rein und wasserhell gewonnen. Ein kleiner Verlust war auch hier bei dem schwierigen Zerschlagen der harten Quarzrinde unvermeidlich, daher die Quantität nicht

genau bestimmt werden konnte. Der Rückstand beim Eintrocknen betrug ungefähr eben so viel, wie bei der ersten Probe und zeigte unter dem Mikroscop auch ganz denselben Anflug von Kryställchen. Dieser Rückstand wurde scharf bei 120° C. längere Zeit getrocknet um etwa aus der Flüssigkeit ausgeschiedene Kieselsäure in die unlösliche Modifikation überzuführen, dann mit Wasser befeuchtet, schwach erwärmt und nun die Flüssigkeit vorsichtig abgegossen. Auch in diesem Falle lösten sich alle abgesetzten Kryställchen wieder im Wasser und es blieb kein erkennbarer Rückstand, der als Kieselsäure hätte gedeutet werden können. Es muss zugegeben werden, dass die Quantitäten, mit welchen diese Versuche angestellt wurden, freilich so gering waren, dass kleine Mengen etwa in Lösung befindlicher Kieselsäure sich dem Nachweise entziehen konnten. Es darf daher auch nur gesagt werden, dass grössere Mengen von Kieselsäure in der Flüssigkeit nicht enthalten sind. Die durch Condensiren der verdunsteten Flüssigkeit wieder erhaltene Flüssigkeit liess nur die Beschaffenheit reinen Wassers erkennen.

Nach diesen keineswegs erschöpfenden Versuchen ist es wenigstens doch sehr wahrscheinlich gemacht, dass der Hauptsache nach die Flüssigkeit der Enhydros von Uruguay aus Wasser besteht mit geringen Mengen von gelösten Salzen, während die Gasblase nur atmosphärische Luft enthält.

Dieses Resultat stimmt im Wesentlichen mit den frühern Untersuchungsergebnissen von H. Davy an den Flüssigkeitseinschluss der Enhydros aus den Berenicischen Bergen, welcher wie Davy (a. a. O. S. 138) anführt, aus beinahe reinem Wasser bestand und mit Silbernitrat und Barytsalzen kaum sichtbare Niederschläge gab, überein. Das eingeschlossene Gas jener italienischen Chalcedonmandeln dagegen hält Davy für Stickstoff unter der Annahme, dass der Sauerstoff

der Luft von dem Wasser aufgenommen worden sei. Diese Frage muss vorläufig noch eine offene bleiben.

In Bezug auf die Bedeutung dieser Wassereinschlüsse in Chalcedonmandeln für die Beantwortung geologischer Fragen dürfte es wohl überflüssig sein darauf hinzuweisen, dass eine Bildung dieser Mandeln auf feuerflüssigem Wege, also als Ausscheidung aus geschmolzenen Gesteinsmagma völlig undenkbar erscheint. Eine solche Annahme wird wohl heutzutage von Niemanden mehr ernstlich gemacht werden wollen.

Dass bei der Entstehung dieser Chalcedonmandeln in bereits vorhandenen Blasenräumen eruptiver Gesteine eine Abscheidung von Kieselsäure aus wässriger Lösung stattfand, ist nicht zu bezweifeln, wenn auch hierzu enorm lange Zeiträume erforderlich sind. Denn nach Bischof (a. a. O. S. 635) vermag Wasser nur 0,0001 seines Gewichts Kieselsäure zu lösen und nach den obigen Ergebniss ist nicht anzunehmen, dass eine beträchtlich grössere Lösungsfähigkeit des Wassers aus dem die Quarzsubstanz sich absetzte, vorausgesetzt werden darf, wenn die eingeschlossene Flüssigkeit gleichsam als ein gefangen gehaltener Rest eines solchen Nährwassers angesehen werden dürfte. Dasselbe enthält weder namhafte Menge von die Löslichkeit der Kieselsäure fördernden Stoffen, noch scheint sie eine sehr beträchtlich höhere Temperatur im Moment des Einschlusses besessen zu haben. Freilich ist die Beurtheilung immer eine unsichere, weil wir nicht absolut sicher wissen, in welcher Höhe oder Tiefe der Erdrinde das Gestein in der Zeit der Entstehung der Chalcedonmandel sich befand.

Ist aber dieses eingeschlossene Wasser wirklich als ein Ueberbleibsel der ursprünglichen Bildungsflüssigkeit für die Quarzausscheidungen anzusehen? Ich glaube diese Frage verneinen zu müssen. Wir dürfen uns die Ausscheidung der Quarzsubstanz in den Mandelraum kaum anderes erfolgt

denken, als ungefähr analog der Bildung der Tropfsteine in Höhlen. Nur scheint nicht, wie bei letzteren, die Verflüchtigung der Kohlensäure eine Rolle gespielt zu haben, sondern die einfache Verdunstung des Wassers an den Wandungen der Blasenräume den Absatz bewirkt zu haben. Auch wird wohl die Bildungsflüssigkeit vorherrschend durch die Porosität des Gesteins nach Art der Wirkung der Haarröhrchen angesaugt und zu den Hohlräumen geleitet worden sein, was bei den meisten Mandeln aus der gleichartigen Ausbildung des Mandelraums nach allen Richtungen hin hervor zu gehen scheint. Die nach und nach von aussen nach innen krustenartig sich bildenden Chalcedonschalen müssen aber durchdringbar d. h. es müssen zwischen den einzelnen Infiltrationsstellen für die Flüssigkeit zugängliche Kanälchen offen geblieben sein, um letztere fort und fort in's Innere gelangen zu lassen und die Verdunstung zu ermöglichen. Der Unterschied zwischen der Chalcedon- und Achat-artigen Ausbildung der Kieselsäure in den äusseren Schalen und der Krystalle nach Innen dürfte wesentlich auf einer Verlangsamung des Verdunstungs- und Ausscheidungsprocesses beruhen. Es ist nicht anzunehmen, dass während der Entstehung der Quarzmasse jeder Hohlraum ganz mit Flüssigkeit gefüllt war, wie es jetzt bei den Enhydros bis zu einer kleinen Luftblase der Fall ist Das Wasser dieser letzteren stammt, wie mir scheint, aus der letzten Periode verringeren Verdunstungsfähigkeit, wodurch sich an einzelnen Exemplaren eine Anhäufung von Flüssigkeit ergab. Wurden nun durch einen besonderen Umstand bei der einen oder anderen Mandel die letzten Zugänge durch Absatz von Kieselsubstanz vollends verstopft, so blieb das sich ansammelnde Wasser, von dem mehr zuging als verdunsten konnte, eingeschlossen und bildet nun die Flüssigkeit unserer Enhydros.

---

## Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

---

*Von der Redaction der Chemiker-Zeitung in Cöthen:*

Chemiker-Zeitung. Jahrg. 1880 Nr. 1—3. 4. 5. 6. 4°.

*Vom naturhistorischen Landesmuseum in Kärnten zu Klagenfurt.*

Carnithia, Zeitschrift. Jahrg. 69. 1879. 8°.

*Von der geographischen Gesellschaft in Hannover:*

I. Jahresbericht. 1879. 8°.

*Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:*

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 23. 1878. 8°.

*Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:*

Monatsschrift. 1879 Jan.—Dez. 8°.

*Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:*

Berichte. Jahrg. XIII. 1880. 8°.

*Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:*

Beiträge zu einer geologischen Karte der Schweiz. Lief. XVII Text zu Blatt 24 (Tessin) 1880. 4°.

*Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:*

Proceedings at the 26. annual Meeting held in Atlanta. 1879. 8°.

*Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston:*

Proceedings. Vol. XIV. 1879. 8°.

*Von der New-York Academy of Sciences in New-York:*

Annals. Vol. I. 1878. 8°.

*Vom Canadian Institute in Toronto:*

The Canadian Journal: Proceedings of the Canadian Institute. New Ser. 1879. 8°.

*Von der Boston Society of natural History in Boston:*

a) Memoirs. Vol. III. Part 1. 1878—79. 4°.
b) Proceedings. Vol. XX. 1878—79. 8°.
c) Guides for Science-teaching. Nr. I V. 1878 79. 8°.

*Vom Essex Institute in Salem:*

Bulletin of the Essex Institute. Vol. 10. 1878. 8°.

*Von der Redaction des American Journal in New-Haven:*

The American Journal of Science and Arts. Vol. XVII. Nr. 101. 102. Vol. XVIII. Nr. 103 - 106. 1879. 8°.

*Vom United States Naval Observatory in Washington:*

a) Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1875. 1878. 4°.
b) Washington Observations for 1868. Appendix I. 1869 App. II. — 1870 App. I. III. IV. — 1871 App. I. — 1872 App. I. II. — 1873 App. I — 1874 App. II. 4°.
c) Zones of Stars observed at the National Observatory Washington. Vol. I. Part 1. 1860. 4°.
d) Report of the Commission on site for Naval Observatory. 1879. 8°.

*Von der Sociedad „Andres del Rio“ in Mexico:*

Boletin. Cuad. 2. 1878. 8°.

*Von der Universidad de Chile in Santiago:*

a) Annuario hidrografico de la marina de Chile Anno 4. 1878. 8°.
b) Estudios sobre las aguas de Skyring i la parte austral de Patagonia. 1878. 8°.

*Von der Société des sciences naturelles in Neuchatel:*

Bulletin. Tom XI. Cahier 3. 1879. 8°.

*Von der Accademia Pontificia de' nuovi Lincei in Rom:*

Atti. Anno 32 Sessione III. 1879. 4°.

*Vom Verein böhmischer Mathematiker in Prag:*

Casopis. Bd. VIII. 1878—79. 8°.

*Vom Museo civico di storia naturale in Genova:*

Annali. Vol. 14. 1879. 8°.

*Von der Société de géographie in Paris:*

Bulletin. November 1879. 8°.

*Von der Académie de médecine in Paris:*

Bulletin 1880. 1879—80. 8°.

*Von der k. ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Budapest:*

a) Ungarns Spinnen-Fauna von Otto Herman. Band III. 1879. 4°.
b) Chemische Analyse ungarischer Fahlerze von Koloman Hidegh. 1879. 4°.

c) Bibliotheca Hungarica historiae naturalis et matheseos. Auctore József-Szinnyei. 1878. 4°.
d) Catalog der Bibliothek der ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft von August Heller 1877. 8°.

*Von der finländischen Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:*

Observations météorologiques. Année 1877. 1879. 8°.

*Vom Museum in Tromso:*

Aarshefter II. Tromsö 1879. 8°.

*Von der Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass.*

34. annual Report for 1879. 1880. 8°.

*Von der Académie des sciences in Paris:*

Comptes rendus. Tom. 90. 1880. 4°.

*Vom Museum of comparative zoology in Cambridge. Mass.*

Annual Report for 1878—79. 1879. 8°.

*Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:*

Bulletin. 1880. 8°.

*Vom Bureau of Navigation in Washington:*

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1882. 1879. 8°.

*Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:*

Moniteur scientifique. Livr. 458. 1880. gr 8°.

*Von der physical.-medicin. Gesellschaft in Würzburg:*

Verhandlungen. N. F. Bd. XIV. 1880. 8°.

*Von der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher in Halle a/S.*

a) Leopoldina. Heft XVI. 1880. 4°.
b) Nova Acta. Tomus 40. 1878. 4°.

*Von der physicalisch-medicinischen Societät in Erlangen:*

Sitzungsberichte. Heft 11. 1879. 8°.

*Vom naturwissenschaftlich-medicinischen Verein in Innsbruck:*

Berichte. IX. Jahrg. 1878. 1879. 8°.

*Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:*

18. Bericht. 1879. 8°.

*Von der Sociedad de geografia y estadistica in Mexiko:*

Boletin. Tomo IV n° 6 y 7. 1879. 8°.

*Von der royal Microscopical Society in London:*

Journal. Vol. III. 1880. 8°.

*Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:*

Atti. Processi verbali dell' adunanza del dì 11 gennaio 1880. 8°.

*Vom meteorological Committee in Calcutta:*

Registers of original Observations in 1879. January 1879. Fol.

*Vom Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass.*

Bulletin. Vol. VI. 1879. 8°.

*Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:*

Bulletin. Tom. XIV. 1880. 8°.

*Von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:*

Mélanges biologiques. Tom. X. Livr. 2. 1879. 8°.

*Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:*

Le télémétéorographe d'Olland décrit per M. Snellen. 1879. 8°.

*Von der Provinciaal Utrechtsch Genootschaap in Utrecht:*

Prize Essay on Evaporation by S. H. Miller. 1878. 4°.
Verhandeling over de ver damping van Water, door J. E. Enklaar. 1878. 4°.

*Von der Société de géographie in Paris:*

Bulletin. Décembre 1879. 8°.

*Von der kaiserl. Sternwarte in Pulkowa:*

a) Tabulae quantitatum Besselianarum pro annis 1880 ad 1884 ed. O. Struve. Petropoli 1879. 8°.
b) Mesures micrométriques corrigées des étoiles doubles, par O. Struve. St. Pétersbourg 1879. 4°.

*Von der Academia nacional de ciencias de la república Argentina in Córdoba:*

Boletin. Tomo III. 1879. 8°.

*Vom Nederlandsch Meteorologisch Instituut in Utrecht:*

Meteorologisch Jaarboek voor 1878. 30. Jaargang. 1879. quer 4°.

*Vom Herrn A. Ecker in Freiburg i. Br.:*

Der Steisshaarwirbel (vertex cocoygeus). Berlin 1879. 4°.

*Vom Herrn Gustav Ritter von Wex in Wien:*

Zweite Abhandlung über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen. 1879. 4°.

*Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:*

a) Catalogue of the Publications of the U. S. Geological and geographical Survey of the Territories. 3. ed. 1879. 8°.
b) Bulletin of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Territories. Vol. 5. 1879. 8°.

*Vom Herrn Henry Draper in London.*

On the Coincidence of the Bright Lines of the Oxygen Spectrum. 1879. 8°.

*Vom Herrn Michele Stossich in Triest:*

Prospetto della Fauna del mare Adriatico. Parte I. 1879. 8°.

*Vom Herrn Arcangelo Scacchi in Neapel:*

Ricerche chimiche sulle incrostazioni gialle della lava Vesuviana del 1631. 1879. 4°.

*Vom Herrn Valerian von Möller in St. Petersburg:*

Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. 1879. 4°.

*Vom Herrn Ph. Plantamour in Genf:*

Des mouvements périodiques du sol. 1879. 8°.

*Vom Herrn John Collett, Chief of Bureau of Statistics and Geology in Indianapolis:*

8.—10. annual Reports of the geological Survey of Indiana made 1876—78 by E. T. Cox. 1878. 8°.

*Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:*

A descriptive Atlas of the Eucalypts of Australia. 4. Decade. 1879. 4°.

*Vom Herrn G. vom Rath in Bonn:*

Vorträge und Mittheilungen. 1880. 8°.

*Vom Herrn Jules Mac Leod in Gent:*

La structure des trachées et la circulation péritrachéenne. Bruxelles 1880. 8°.

---

# Sitzungsberichte

der

# königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

## Oeffentliche Sitzung.

zur Feier des 121. Stiftungstages

am 20. März 1880.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr v. Kobell zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

### 1) Johann von Lamont.

Geb. 1805 am 13. December zu Brämar in Schottland.
Gest. 1879 am 6. August zu Bogenhausen bei München.

Lamont kam als ein Knabe von 12 Jahren in das Schottenkloster zu Regensburg. Er erhielt daselbst seine erste wissenschaftliche Bildung, besuchte das Gymnasium und das Lyceum und widmete sich der Theologie. Der Prior des Klosters P. Deasson, ein ausgezeichneter Mathematiker und praktischer Mechaniker leitete Lamonts bezügliche Studien und als 1818 die neue Sternwarte in Bogenhausen bei München gebaut war und von dem dafür ernannten Vorstand, dem Steuerrath Soldener, bezogen wurde, kam Lamont durch Vermittlung des Priors Deasson als angehender Astronom an diese Sternwarte, und wurde auf Wunsch und Empfehlung Soldeners 1828 Assitent und Adjunkt an derselben. Nach dem Tode Sol-

deners wurde Lamont 1835 an dessen Stelle zum Conservator ernannt, indem seine bisherigen Leistungen und eine sehr ehrende Empfehlung des berühmten Astronomen Schuhmacher in Altona den damaligen Präsidenten der Akademie von Schelling veranlasste, ihm, gegenüber dem concurrirenden, von Bessel empfohlenen, Akademiker Steinheil, seine Stimme zu geben. Er begann nun in ununterbrochener Thätigkeit seine Beobachtungen am gestirnten Himmel, unterstützt von dem damals aus dem optischen Institut Utschneiders hervorgegangenen Riesenrefractor, dem zweitgrössten der existirenden. Seine Beobachtungen verzeichnen die „Observationes Astronomicae in Specula regia Monachiensi institutae und die Annalen der Münchener Sternwarte, zusammen 24 Bände, ferner die Jahrbücher der Sternwarte (1838—41) und sein astronomischer Kalender (1850—53.) Er hat ein Verzeichniss von über 20 Tausend teleskopischen Sternen nördlicher und südlicher Declination aus den Berechnungen der Münchner Zonenbeobachtungen hergestellt und seine letzte grosse Arbeit, die er nicht mehr zu vollenden vermochte, war die einheitliche Berechnung und Verzeichnung von 34000 beobachteten teleskopischen Sternen. — Besondere Abhandlungen betreffen die totale Sonnenfinsterniss von 1860 und die Grössenmasse des Uranus, abgeleitet aus Beobachtungen seiner Satelliten. — Nicht minder zahlreich als die genannten sind die Ergebnisse seiner Forschungen über den Erdmagnetismus. Sie betreffen Richtung und Stärke desselben in Norddeutschland, Belgien, Holland und Dänemark (1859) und an verschiedenen Punkten des südwestlichen Europa, ferner Magnetische Ortsbestimmungen im Königreich Bayern und Magnetische Karten von Deutschland. — 1848 publicirte er ein Handbuch des Erdmagnetismus und 1851 eine Schrift „Astronomie und Erdmagnetismus" und eine Reihe von magnetischen Beobachtungen in München. Er hat neue Instrumente und Apparate

beschrieben, wie sie an der Münchner Sternwarte verwendet wurden, so die selbstregistrirenden Baro- und Thermometer, einen magnetischen Reise-Theodolit u. a. Er gab einen Beitrag zu einer mathematischen Theorie des Magnetismus, schrieb über den Einfluss des Mondes auf die Magnetnadel und publicirte zahlreiche Mittheilungen über Meteorologie. In einer besonderen Schrift (1862) besprach er den Zusammenhang des von ihm entdeckten parallel mit dem Aequator kreisenden electrischen Stromes, welchen er Erdstrom nannte, mit dem Magnetismus der Erde. — Auch seine astronomisch-geodätischen Bestimmungen für einige Hauptpunkte des Bayerischen Dreiecknetzes sind hervorzuheben.

Lamont war eine ansprechende bescheidene Persönlichkeit, entfernt von allem gelehrten Hochmuth, wie er selbst bei minderen Leistungen an Andern wohl vorkommt. Wie seine Thätigkeit in den Kreisen der Fachmänner anerkennend aufgenommen wurde, beweisen die vielen Diplome, die er von gelehrten Corporationen zugeschickt erhielt, so von den Akademien in Brüssel, Upsala, Prag, Edinburg, Cambridge, Lüttich, Cherbourg u. a. Seine Verdienste wurden auch durch Orden geehrt. Er war Ritter des Verdienstordens der bayerischen Krone und vom hl. Michael, des päpstlichen Ordens Gregors des Grossen, des österr. Ordens der eisernen Krone und des Schwedischen Nordstern-Ordens.

Lamont wusste in seinen Schülern das Interesse für die Wissenschaft zu wecken und zu pflegen und hat für würdig Strebende ansehnliche Summen zu Stipendien bestimmt, welche ein Capital von 72000 Mark bilden, wozu noch das Vermächtniss fast seines ganzen hinterlassenen Vermögens kommt, welches er nahe an 100000 Mark der Universität zu gleichem Zweck überwiesen hat.

---

## 2) Dr. Carl Friedrich Mohr.

Geb. 1806 am 4. Nov. zu Coblenz.
Gest. 1879 am 28. Sept. zu Bonn.

Die ersten Studien Mohrs betrafen die Pharmacie und pharmaceutische Chemie, für welche er an der Universität zu Bonn seit 1864 als ein hochgeachteter Lehrer gewirkt hat. Geigers Pharmacopaea universalis wurde nach dem Tode des Verfassers von ihm fortgesetzt, er schrieb ein Lehrbuch der pharmaceutischen Technik, einen Comentar zur preussischen Pharmakopöe und viele Abhandlungen, welche die Darstellung chemischer Präparate zum Gegenstand haben und darthun, wie er praktische Methoden zu erfinden wusste. Seine Abhandlung über die Bereitung von Extracten zum pharmaceutischen Behuf ist von Berzelius als eine vortreffliche Arbeit anerkannt worden. Sehr verdient hat er sich durch mancherlei Verbesserungen der Titrirmethoden gemacht. Seine bezügliche Schrift „Lehrbuch der chemisch analytischen Titrirmethode“ erschien in erster Auflage 1855, in zweiter 1861 und in dritter 1869. Er hat darin eine Reihe neuer Beobachtungen sowohl über Titersubstanzen als über die zu gebrauchende Instrumente mitgetheilt und überall ein möglichst genaues und praktisches Verfahren angegeben. Es folgten diesem Hauptwerk weiter ergänzende Zusätze und Verbesserungen.

Auch im Gebiete der Physik hat Mohr mit Erfolg gearbeitet und viele zweckmässige electrische und magnetische Apparate construirt. Seine Ansichten über theoretische Chemie sind manchen Neuerungen entgegen, welche zu Ruf und Verbreitung gelangten. Er hat darüber ein Werk publicirt mit dem Titel „Mechanische Theorie der chemischen Affinität und die Neuere Chemie“ (1868) und ein weiteres „Geschichte der Erde, eine Geologie auf neuer

Grundlage" (1866). Mohr hat wohl erkannt, wie es eine undankbare Arbeit ist, herrschende Moden bekämpfen zu wollen und dass die schlagendsten Gründe gegen ihre angeblichen Vorzüge nicht beachtet und mit Schweigen übergangen werden, gleichwohl hat er seine Stimme erhoben und unbeirrt die Fehler der Gegner dargethan. Er hat gezeigt, wie wenig die moderne Chemie berechtigt sei, ihre Formeln der organischen Verbindungen auf unorganische zu übertragen und wie sie auf diesem Gebiete den bekannten binären nachstehen. Er bezeichnet die Formeln mit Angabe der näheren Mischungstheile als die eigentlich empyrischen, dergleichen seien aber in den organischen Verbindungen durch die Analyse nicht nachzuweisen und können nur als ein Gebilde speculativer Construction betrachtet werden. Er erinnert auch, dass viele Entdeckungen der neueren chemischen Synthese mehr einen technischen oder merkantilen Werth haben als einen wissenschaftlichen und oft nur mit einem gar seltsamen Apparat von Säuren, Alkalien, Glühhitze und Druck das gewünschte Resultat erhalten wird, also in einer Weise, welche nicht die der schaffenden Natur ist und keinen Aufschluss darüber giebt. „Wenn es Jemand gelänge, sagt er, auf feurigem Wege Granaten oder Rubine zu erzeugen, was aber nicht in Aussicht steht, da die natürlichen auf nassem Wege entstanden sind, so würde das für den Erfinder, für den Juwelier, von Wichtigkeit sein, aber nicht entfernt für die Geologie."

Seine Geschichte der Erde basirt auf, durch Thatsachen begründete, Lehren der Chemie und Physik. Die Geologie hatte sich theilweise eine besondere Chemie geschaffen, nach welcher den Stoffen ganz andere Eigenschaften zugeschrieben werden, als sie die gewöhnliche Chemie kennt, und er erklärt sich gegen diese sowie gegen die hypothetisch gesteigerten Kräfte des Dampfes, gegen das Verflüchtigen feuerbeständiger Stoffe etc. — Er bespricht eingehend die Unter-

suchungen, welche Felsarten im Feuer gewesen sein können und welche nicht und giebt neue Beobachtungen zur Beurtheilung der Frage. Sämmtliche Artikel, welche das Buch zusammensetzen, bieten geschichtliche Ueberblicke und geben mit manchen originellen Anschauungen ein Bild der älteren und der gegenwärtigen Geologie.

Mohr war ein sehr beliebter Lehrer und neben seinen ernsten Studien ein Freund von Humor und guter Laune.

Er ist für unsere Classe mit Auszeichnung durch v. Liebig zum Mitglied vorgeschlagen worden.

---

### 3) Dr. Heinrich Wilhelm Dove.

**Geb. 1803 am 6. Oktober zu Liegnitz.**
**Gest. 1879 am 4. April zu Berlin.**

Dove begann seine Studien an der Universität zu Breslau, anfangs für Philologie, bald aber auf Anregung von H. W. Brandes für Naturwissenschaften. Er setzte diese Studien in Berlin fort und promovirte daselbst 1826. Dann habilitirte er sich in Königsberg, war anfangs Docent und dann ausserordentlicher Professor, kehrte aber (1828) nach Berlin zurück und wurde daselbst (1845) zum ordentlichen Professor der Physik an der Universität ernannt. Er war auch Lehrer der Physik und Mathematik am Werder'schen und später am Friedrich-Wilhelmsgymnasium, dann Lehrer der Physik am k. Gewerbe-Institut, an der Artillerieschule und an der Kriegsakademie.

Dove hat sich mit Auszeichnung in den Gebieten der Optik des Electromagnetismus und der Meteorologie hervorgethan und diese Wissenschaften mit wichtigen Untersuchungen bereichert. Sein Buch „die neuere Farbenlehre", welches 1853 in zweiter Ausgabe erschien, hat die allgemeinste Anerkennung gefunden. Er verbreitet sich darin mit historischer Einleitung in möglichst populärer Darstel-

lung über die Physik der Farbe und die chromatischen Theorien, über Abhängigkeit des Farbeneindrucks von der Wellenlänge, über die Polarisation und Interferenz des Lichts. Er berührt dabei die Analogien von Optik und Akustik. Besondere Capitel dieses Buches sind stereoskopischen Versuchen und Apparaten und den Erscheinungen der Circularpolarisation gewidmet. Die letztere betreffend fügt er den bekannten Beobachtungen, welche von Biot, Herschel, Brewster und Airy an den plagiedrischen Bergkrystallen gemacht wurden, noch neue hinzu, namentlich an den Combinationen des Amethyst mit links- und rechtsdrehenden Krystalltheilen und beschreibt das Verhalten von Bergkrystallen, an welchen rechte und linke Trapezoederflächen vorkommen, die zu grossen Seltenheiten gehören. Er hat auch gezeigt, wie ein- und zweiaxige Krystalle durch die Absorption des polarisirten Lichts unterschieden werden können, bespricht den Dichroismus und Versuche mit subjectiven Farben, die Theorie des Glanzes und die Erscheinungen der Pseudoskopie.

Auch im Gebiete der Electricität und des Magnetismus hat Dove werthvolle Arbeiten geliefert, namentlich verdanken wir ihm Aufklärungen über das Wesen der Extraströme und über den Verlauf der Inductionsströme mit Rücksicht auf deren magnetische und physiologische Wirkungen. Die Meteorologie ist durch ihn ganz vorzüglich und mit glänzenden Resultaten gefördert worden. Mit Vorliebe studirte er die Luftströmungen und bezeichnete viele Stürme als Wirbelstürme; für den Schweizer Föhn nahm er an, dass er aus Westindien komme und nicht aus der Sahara. — Er erkannte zwei tägliche Veränderungen in der Atmosphäre und dass die Menge ihres Wassergases um Mittag am grössten, die Dichtigkeit der Luft aber dann am kleinsten sei, welches Verhältniss nur Mitternacht sich umkehre. In diesem Wechsel findet er die Elemente der Erscheinungen

der Polar- und Aequatorialwinde und der Passatwinde, die er weiter bespricht mit dem Einfluss der Drehung der Erde und dem atmosphärischen Druck. Er erkannte dabei das Gesetz, dass auf der nördlichen Halbkugel der Nordost durch Ost in Südwest, auf der südlichen der Südost durch Ost in Nordost übergehe. Dieses ist das nach ihm benannte Dove'sche Winddrehungsgesetz. Die betreffenden Beobachtungen hat er in seinen meteorologischen Untersuchungen (Berlin 1837) und in den klimatologischen Beiträgen 2 Theile (1859—67) und in der Schrift „Gesetz der Winde" publicirt, wovon eine englische und eine französische Uebersetzung und 1874 die vierte deutsche Auflage erschienen ist.

Dove's Arbeiten belebte überall ein klarer Geist, seine Persönlichkeit verband mit dem Ernst der Wissenschaft Witz und Humor.

Am 4. März 1876 feierte er sein 50jähriges Doctorjubiläum. In dem Dankschreiben für die Gratualtion unserer Akademie findet sich nachstehende schöne Schlussstelle: „Der Einzelne, der am Ende einer arbeitsamen Laufbahn die eigenen Kräfte mit Wehmuth schwinden sieht, fühlt sich getröstet und erhoben in dem Gedanken an das frische Fortleben der grossen wissenschaftlichen Anstalten, der gelehrten Körperschaften und Vereine, deren erfolgreiches Wirken nicht an die kurzen Fristen des individuellen Daseins gebunden, vielmehr durch den heilsamen Wechsel einander ablösender Geschlechter für eine ferne Zukunft glücklich verbürgt ist."

---

### 4) Aug. Heinrich Rudolph Grisebach.

Geb. am 17. April 1814 zu Hanover.
Gest. am 9. Mai 1879 in Göttingen.

Grisebach erhielt seine wissenschaftliche Vorbildung am Lyceum in Hannover und am Pädagogium zn Ilfeld. Seine weiteren Studien machte er in Göttingen und Berlin

und trieb neben Medicin vorzüglich Botanik, zu welcher er schon als Knabe eine besondere Vorliebe zeigte und als Gymnasist bereits ein werthvolles Herbarium angelegt hatte. Im Jahre 1832 bezog er die Universität Göttingen und wurde 1837 daselbst Privatdocent, als welcher er eine eingehende Monographie der Gentianeen herausgab. Sein Interesse für Pflanzengeographie wurde durch mehrere grössere Reisen genährt, deren erste er (1839) nach der Türkei unternahm und dabei Thracien, Macedonien und Albanien durchforschte. In Folge des darüber publicirten Werkes wurde er (1844) zum ausserordentlichen Professor in Göttingen und 1847 zum Ordinarius für allgemeine Naturgeschichte ernannt, beschränkte aber später seine Lehrthätigkeit auf systematische und physiologische Botanik. Im Jahre 1842 hatte er auch Norwegen und 1850 die Pyrenäen bereist, überall reichliches Materiel zu seinen botanischen Studien sammelnd. 1860 erhielt er den Hofrathstitel und übernahm nach Bartlings Tod 1875 das Directorium des botanischen Gartens in Göttingen.

Seine Arbeiten über die Flora von Rumelien, über die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands, über die geographische Verbreitung der Hieracien, über die Vegetation von Westindien aus dem ihm von der Englischen Regierung überwiesenen Pflanzenvorrath, über die Flora von Argentinien und viele andere, darunter eine ältere „Ueber die Bildung des Torfes", sind von hohem Interesse. Sein 1872 erschienenes grosses Werk „die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung" kann aber als die Hauptarbeit seines Lebens gelten. Er hat neun Jahre daran gearbeitet und nur seiner reichen Erfahrung war es möglich, aus Herbarien und Reisebeschreibungen Vegetationsbilder entfernter Continente und Inseln zu unterwerfen, wie er es gethan hat. Das Werk ist in's Französische und Russische übersetzt worden.

Seine Jahresberichte über die Fortschritte der Pflanzengeographie geben ein weiteres Zeugniss seiner ausserordentlichen wissenschaftlichen Thätigkeit.

Der ausgezeichnete Gelehrte ist in unserer Classe nach dem Vorschlag durch v. Martius (1861) zum Mitglied gewählt worden.

---

### 5) Dr. Bernhard v. Cotta.

Geb. 1808 am 24. Oktober zu Zillbach im Eisenach'schen.
Gest. 1879 am 14. September zu Freiberg i. S.

Cotta studirte 1827—31 auf der Bergakademie zu Freiberg und weiter 1832 in Heidelberg. 1839 wurde er Lehrer an der forstwissenschaftlichen Anstalt zu Tharand und dann (seit 1842) Professor der Geologie an der Bergakademie zu Freiberg.

Cotta war ein unermüdlicher Forscher und seine Publicationen sind sehr zahlreich. Zu den frühesten gehört seine Schrift „Geognostische Wanderungen" (2 Theile 1836 bis 38), wo er seine Studien über die geognostischen Verhältnisse von Tharand bekannt gemacht hat. Es folgten dann eine Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie (1839) und ein Grundriss der Geognosie und Geologie (1846). Spezielle Untersuchungen hat er mit dem Fichtelgebirg vorgenommen, welches durch das auffallende Durchkreuzen und Sichabschneiden mehrer Richtungen merkwürdig. Er bespricht im Detail die vorkommenden Felsarten und ihre Gemengtheile.

An einer geognostischen Karte von Sachsen war er eifriger Mitarbeiter und das Thüringer-Waldgebiet hat er eingehend untersucht und eine geognostische Karte desselben herausgegeben. — Im Jahre 1850 erschienen seine geologischen Briefe aus den Alpen und hat er darin ihren geo-

logischen Bau und ihre Bildung durch viele aufeinanderfolgende Hebungen besprochen. Die letzteren seien nicht plötzliche, sondern höchst langsame gewesen und setzen unermessliche Zeiträume voraus. Es wird dieses in seiner kleinen Schrift (1850) über den innern Bau der Gebirge weiter ausgeführt. — Andere Untersuchungen betreffen das Fassathal und seine Dolomite und Melaphyre, deren Vorkommen er durch mehrere Durchschnitte erläutert, ferner die Formation der Kreide, welche er einen vorzüglichen Tummelplatz der deutschen Geologen nennt und sagt, dass sie dabei nicht unterlassen, sich gegenseitig etwas anzukreiden. Die Annahme vieler Parallelbildungen der deutschen Kreide-Glieder hält er für zu wenig begründet, indem er aufmerksam macht, dass man über das Vorkommen der Versteinerungen und die Grenze solchen Vorkommens sich leicht täuschen könne und oft getäuscht habe. -- Ueber die Bildung der Erzgänge berichtet er einen interessanten Fall, welchen er beim Abbrechen eines alten Flammofens in Freiberg beobachtet hatte, wo sich die Mauermasse von Gängen verschiedener Schwefelmetalle durchschwärmt zeigte und tritt deshalb der Ansicht Bischofs entgegen, nach welcher Erzgänge nur auf nassem Wege entstanden sein können. Er kommt bei mehreren Gelegenheiten auf derlei Bildungen zurück und glaubt das plutonisch Eruptive und Injective derselben als vollkommen erwiesen. — Einen Ueberblick des ganzen Gebietes der Geologie geben seine populär geschriebenen geologischen Bilder und ein spezielles Werk verbreitet sich über Deutschlands Boden. Es erschien in 2 Theilen (1857 u. 59) und bespricht den geologischen Bau des Bodens und dessen Einfluss auf das Leben des Menschen. Es ist eine an mancherlei Beobachtungen und Reflexionen reiche Darstellung. — Im Jahre 1867 erschien seine „Geologie der Gegenwart", wovon 1878 die 5. Aufl. ausgegeben wurde. Sie basirt auf dem an die Spitze gestellten

Entwicklungsgesetz, welches er dahin ausspricht, „dass die Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen eine nothwendige Folge der Summirung von Resultaten aller Einzelnvorgänge sei.“ Er detailirt die Reihenfolge dieser Vorgänge und bespricht zuletzt die Veränderungen der Organismen, wo er sich Darwins Theorie anschliesst. — In einer grossen Anzahl von Abhandlungen publicirt er seine Beobachtungen über Vorkommen und Lagerung der Felsarten und hat ein grösseres Werk (2 Thle.) der „Lehre von den Erzlagerstätten“ gewidmet und namentlich Gebiete Deutschlands zusammengestellt. Den Kreis seiner Studien erweiterte er durch Reisen in den Alpen und Oberitalien, in Ungarn und Siebenbürgen, Tyrol, Kärnthen, Bannat und Croatien, auch den Ural und Altai besuchte er. —

Man ersieht aus allen Schriften Cotta's seine Liebe zur Wissenschaft und seinen Eifer, sie zum Gemeingut zu machen. Sein Streben ist durch die gewonnenen Resultate vielfach belohnt worden und es fehlte ihm nicht an Auszeichnungen, so durch Orden aus Sachsen, Oesterreich, Russland und Griechenland und durch zahlreiche Diplome von Akademien und gelehrten Gesellschaften.

---

## 6) J. F. Brandt.

**Geb. 1803 zu Jüterbog.**
**Gest. 1879 am 15. Juli in Petersburg.**

Brandt erhielt seine erste wissenschaftliche Bildung am Gymnasium zu Wittenberg, zog dann nach Berlin, wo er medicinische Studien trieb und wurde daselbst 1826 zum Doctor medicinae promovirt. Später wählte er die Botanik und Zoologie zu seinen Fächern und zuletzt widmete er sich ganz der Zoologie in ihren verschiedenen Zweigen. 1830 nach Petersburg berufen, war er anfangs Adjunkt der

Kaiserl. Akademie der Wissenschaften und wurde dann extraordinärer und weiter (1833) ordentlicher Professor. — Er verbreitete seine Forschungen über die Fauna des ganzen Russischen Reiches, sowohl über die lebende als auch über die ausgestorbene mit vielfachen und sorgfältigen Untersuchungen. Voran standen die höheren lebenden Wirbelthiere und die fossilen, das Mamuth, das sibirische Rhinoceros, das Elasmotherium, Dinotherium und die Mastodonten; in gleicher Weise untersuchte er die in Russland gefundenen Reste untergegangener Cetaceen, die Vögel, Reptilien und Fische und das ganze Herr der wirbellosen Thiere. Manche der betreffenden Abhandlungen erschöpfen den Gegenstand in antiquarischer-linguistischer, zoographischer und paläontologischer Beziehung, so die Abhandlung über das Kaninchen. Dabei sind die Verdienste hervorzuheben, die er sich durch die Schaffung des berühmten zoologischen Museums in Petersburg erworben, so dass ihn ein Fachgenosse den Vater der Arche, einen wahren Patriarchen der Zoologie in Russland genannt hat.

Zu seinen früheren Schriften gehören die Observationes anatomicae de instrumento vocis Mammalium (1826) und die „Medicinische Zoologie", welche er in Verbindung mit Ratzeburg herausgegeben hat (1827—34). — Die Verdienste Brandts wurden denn auch durch vielfache Auszeichnungen mit Orden und Diplomen gelehrter Gesellschaften anerkannt. 1876 wurde er zum Doctor der Zoologie an der Universität Dorpat ernannt und zum Ehrendoctor der Philosophie in Greifswalde; die Vaterstadt Jüterbog ernannte ihn zum Ehrenbürger; in allen Thierklassen sind Species ihm zu Ehren benannt worden.

Am 24. Januar 1876 wurde sein 50jähriges Doctorjubiläum in Petersburg in glänzender Weise gefeiert. Bei dieser Gelegenheit wurde mit freiwilligen Beiträgen eine Stiftung gegründet, um sog. Brandt'sche Preise, in Geld-

prämien bestehend, vertheilen zu können. Zur Bewerbung werden Werke zugelassen, welche selbstständige Untersuchungen auf dem Gebiete der Zoologie, Zoographie, der vergleichenden Anatomie und Paläontologie der Thiere enthalten.

Brandt war ein trefflicher Familienvater und sein Verlust ist von zahlreichen Freunden beklagt worden.

---

## Mathematisch-physikalische Classe.

---

**Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juli 1879.**

---

Herr v. Nägeli legt folgende, den Ernährungschemismus der niederen Pilze betreffende Abhandlungen vor:

1. „Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen".[1])

Den Pilzen mangelt bekanntlich die den grünen Pflanzen zukommende Fähigkeit, Kohlensäure zu assimiliren. Sie müssen, ähnlich wie die Thiere, den Kohlenstoffbedarf aus höheren Kohlenstoffverbindungen sich aneignen. Man glaubte früher allgemein, der Autorität Liebig's folgend, dass bloss eiweissartige Stoffe ihnen als Nahrung dienen könnten.

Indessen hat Pasteur schon vor längerer Zeit gezeigt, dass die Sprosshefenpilze durch weinsaures Ammoniak und Zucker (1858), Penicillium durch weinsaures Ammoniak allein ernährt werden kann (1860). Die Richtigkeit dieser Thatsachen ist, entgegen dem anfänglich erhobenen Widerspruche, von allen späteren versuchskundigen Beobachtern bestätigt worden. Sie war übrigens bereits nach

---

1) Einige der erläuternden Versuche sind von Hrn. Dr. Oscar Loew ausgeführt worden und am Schlusse beschrieben.

den ersten Angaben Pasteur's unzweifelhaft, welcher nicht nur das Verschwinden des weinsauren Ammoniaks und die gleichzeitige Zunahme der Pilzsubstanz beobachtete, sondern auch nachwies, dass bei Anwendung von Traubensäure allmählich die rechtsdrehende Weinsäure von den Pilzen aufgenommen wird, während die linksdrehende noch in der Flüssigkeit zurückbleibt.

Seitdem sind von verschiedenen Beobachtern einzelne Thatsachen über die Ernährung der Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen festgestellt worden. Es schien mir besonders wünschenswerth, möglichst verschiedene Verbindungen bezüglich ihrer Ernährungstüchtigkeit zu prüfen, um zu ermitteln, welche chemische und physikalische Beschaffenheit sie dazu geeignet oder ungeeignet macht. Zu diesem Zwecke habe ich schon in den Jahren 1868 und 1869, dann gemeinschaftlich mit meinem Sohn, Dr. Walter Nägeli in den Jahren 1870/1 und 1875/6 eine grössere Anzahl von Versuchen ausgeführt, und in neuerer Zeit wurde dieselbe noch von Dr. O. Löw ergänzt.

Die gestellte Frage ist also: Aus welchen Verbindungen vermögen die Pilze die Elemente C, H, O, N zu entnehmen, um ihre Substanz zu vermehren? Wir können dabei die Elemente H und O ausser Acht lassen, weil dieselben entweder in den Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen enthalten sind oder dem Wasser und dem freien Sauerstoff entnommen werden. Es handelt sich also nur um C und N.

Zwei allgemeine Bemerkungen betreffend die Löslichkeit und die Giftigkeit der Verbindungen will ich vorausschicken. Selbstverständlich können solche Verbindungen, die in Wasser bei gewöhnlicher Temperatur unlöslich sind, nicht ernähren. Dies gilt aber auch von schwerlöslichen Stoffen. Die Schwerlöslichkeit deutet zwar an, dass das Wasser nur eine geringe Verwandtschaft zu ihnen hat, und

somit ist anzunehmen, dass von den kleinen Mengen, die in Lösung gehen, die lebende Pilzsubstanz immer einen Theil aufzunehmen und zu assimiliren vermag. Aber da die Pilzzellen durch Oxydation und Ausscheidung stets einen grossen Gewichtsverlust erleiden, so reicht die langsame Assimilation in sehr verdünnten Lösungen nicht aus, um denselben zu decken. Wenn daher eine schwerlösliche Substanz nicht zu ernähren vermag, so muss die Ursache nicht etwa nothwendig in ihrer chemischen Constitution gesucht werden.

Bezüglich der Giftigkeit der Verbindungen, so ist dieselbe bekanntlich eine durchaus relative Eigenschaft, indem die schädliche Wirkung bei einer bestimmten Verdünnung aufhört. Demgemäss giebt es Gifte oder antiseptische Substanzen, welche in einer gewissen Concentration die beste Nährlösung zur Ernährung untauglich machen, während sie in viel geringerer Concentration selbst als Nahrung dienen. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass jede giftige C- und N-verbindung, die ihrer chemischen Constitution nach assimilationsfähig wäre, auch wirklich das Wachsthum der Pilzzellen unterhalten kann. Lösliche Substanzen, die den höchsten Grad der Schädlichkeit erreichen, werden erst bei so weitgehender Verdünnung unschädlich, dass sie nicht mehr ernähren können. Und zwar tritt die Ernährungsunfähigkeit schon früher ein, als bei den schwerlöslichen unschädlichen Verbindungen, weil eine leichter lösliche Substanz bei gleich grosser Verdünnung von dem Wasser fester zurückgehalten und daher von den Pilzzellen demselben weniger leicht entzogen wird.

Was nun zuerst den Stickstoff betrifft, so vermag derselbe aus allen Verbindungen angeeignet zu werden, die man als Amide und Amine bezeichnet. Dabei ist es gleichgültig, ob der Kohlenstoff der Verbindung zur Ernährung verwendet werden kann oder nicht. Während

Acetamid, Methylamin, Aethylamin, Propylamin, Asparagin, Leucin, zugleich als C- und als N-nahrung dienen, kann aus Oxamid und Harnstoff bloss N (nicht C) entnommen werden. Als Stickstoffquelle können die Pilze ferner alle Ammoniaksalze und die einen derselben auch die salpetersauren Salze verwenden.

Bezüglich der einfachsten der genannten Verbindungen ist zu bemerken, dass es von der Art und Weise, wie ein Versuch angestellt wird, abhängt, ob derselbe eine Vermehrung der Pilze zeigt oder nicht. Man darf sich daher durch negative Resultate nicht irre führen lassen. Besonders kann schon eine geringe Concentration der Lösung sich als zu hoch gegriffen und demnach als nachtheilig erweisen. In dem später unter Nr. 35 angeführten Versuch haben sich die Spaltpilze in einer 0,5 prozentigen Lösung von salzsaurem Methylamin ziemlich reichlich, in den unter Nr. 59 und 60 angeführten Versuchen in einer 1 und 1,25 prozentigen Lösung gar nicht vermehrt.

Dagegen kann der freie Stickstoff nicht assimilirt werden, ebenso nicht der Stickstoff aus Cyan und aus allen Verbindungen, in denen er nur als Cyan enthalten ist (Versuch 62,a). Wenn solche Verbindungen zuweilen als Stickstoffquelle zu dienen scheinen, so geschieht es wohl nur desswegen, weil aus dem Cyan vorher unter Wasseraufnahme Ammoniak abgespalten wird, was durch die Gärwirkung der Spaltpilze verursacht werden kann. Möglicherweise war Letzteres bei den Versuchen 62 a und b der Fall, wo weder Schimmel- noch Sprosspilze, sondern nur Spaltpilze wachsthumsfähig waren.

Uebrigens hat man sich bei spärlichen Pilzvegetationen immer die Frage vorzulegen, ob dieselben ihren Stickstoffbedarf nicht etwa aus Verunreinigungen der andern Nährstoffe (z. B. des Zuckers) decken konnten, und wenn die Versuche lange dauern, ob nicht das aus der Luft von der

Nährlösung aufgenommene Ammoniak den Stickstoff geliefert habe.

Vergleichen wir Ammoniak und Salpetersäure mit einander, so ist bemerkenswerth, dass während die Schimmelpilze und die Spaltpilze die Salpetersäure assimiliren können, die Sprosspilze wohl durch Ammoniak aber nicht durch Salpetersäure ernährt werden. Auf die letzteren wirkt die Anwesenheit der Salpetersäure kaum günstiger, als wenn gar keine Stickstoffquelle vorhanden wäre, indem die eine Zeit lang vegetirende und sich fortpflanzende Sprosshefe zwar durch Bildung von Cellulose und Fett ihr Gesammtgewicht etwas vermehrt, den gesammten Stickstoffgehalt aber bedeutend vermindert (Versuch 55, b, c, d).

Die Resultate bei der Kultur der Schimmelpilze sind noch zweifelhaft. In einem Falle schien salpetersaures Ammoniak sich besonders günstig zu verhalten (vgl. Versuch 15 mit 13), während andere Male dasselbe keine grössere Ernte ergab als essigsaures Ammoniak (Versuche 14 und 16) oder als salpetersaures Kali (Versuch 58 b und c). Eine bessere Stickstoffquelle als Ammoniaksalze und Nitrate scheint der Harnstoff zu sein (Versuche 18, 19, 20, 58 d). — Was die Spaltpilze betrifft, so können manche von Salpetersäure wohl leben, zeigen aber mit Ammoniak ein entschieden besseres Gedeihen.

Es ist übrigens zu bemerken, dass die Salpetersäure nicht als solche assimilirt, sondern vorher in Ammoniak umgewandelt wird, und dass es somit wesentlich von dem Reductionsvermögen der Pilze abhängt, ob sie dieselben ernähren kann oder nicht (Versuch 57, 58).

Suchen wir einen allgemeinen Ausdruck für die Ernährungstüchtigkeit der Stickstoffverbindungen, so können wir wohl sagen, dass der Stickstoff am leichtesten assimilirt wird, wenn er als $NH_2$ vorhanden ist, weniger leicht,

wenn er nur mit einem Wasserstoffatom verbunden ist (als NH), noch weniger leicht, wenn er als NO (ohne H) vorkommt, und dass er gar nicht assimilirt zu werden vermag, wenn er mit anderen Elementen als mit H und O verbunden ist. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass in einer solchen Verbindung durch die oxydirende Wirkung der Pilze selbst zuerst die Gruppe NO und aus derselben dann durch Reduction $NH_2$ entstehen kann. Dies ist wohl der Fall mit Trimethylamin und Triaethylamin.

Was die Quellen des Kohlenstoffs betrifft, so kann derselbe aus einer grossen Menge von organischen Verbindungen aufgenommen werden, wobei zu bemerken ist, dass für Schimmelvegetation die Lösungen beträchtlich sauer, für Spaltpilzvegetationen ziemlich alkalisch sein dürfen. Es ernähren bei Zutritt von Sauerstoff fast alle Kohlenstoffverbindungen, mögen sie sauer, indifferent oder alkalisch sein, sofern sie in Wasser löslich und nicht allzu giftig sind. Die allzu sauren oder alkalischen Eigenschaften müssen durch (unorganische) Basen oder Säuren abgestumpft werden. Die Unlöslichkeit oder Schwerlöslichkeit ist Schuld, warum die an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen, an Sauerstoff armen Verbindungen nicht nähren. Die Humussubstanzen können für Schimmel- und Spaltpilze als Kohlenstoffquelle dienen, insofern sie löslich sind. Das aus Zucker künstlich dargestellte Humin zeigte sich ernährungsuntüchtig, ohne Zweifel wegen seiner Unlöslichkeit. Von nährenden schwächer antiseptischen Stoffen nenne ich beispielsweise Aethylalkohol (Versuch 34), Essigsäure (Versuch 2, 3, 4, 5, 6), von stärker antiseptischen Stoffen Phenol (Carbolsäure), Salicylsäure, Benzoësäure (Versuch 30, 31).

Es giebt aber einige Verbindungen, aus denen trotz ihrer nahen chemischen Verwandtschaft mit nährenden Substanzen die Pilze den Kohlenstoff nicht zu assimiliren

vermögen. Dahin gehören, ausser den unorganischen Verbindungen Kohlensäure und Cyan, die sog. organischen: Harnstoff, Ameisensäure, Oxalsäure, Oxamid (Versuch 17, 29, 26, 27, 37).

Versuchen wir den allgemeinen Charakter der assimilirbaren Kohlenstoffverbindungen festzustellen, so besteht die Bedingung wohl darin, dass sie die Gruppe $CH_2$ oder bloss CH enthalten. Vielleicht ist aber die Beschränkung beizufügen, dass die letztere Gruppe CH nur dann ernährt, wenn 2 oder mehrere C-atome, an welchen H hängt, unmittelbar mit einander verbunden sind. Es ernährt nämlich einerseits Methylamin (mit 1 C und 3 H), andrerseits Benzoësäure (eine Kette von C-atomen, jedes mit 1 H) sicher, während Ameisensäure, in welcher an 1 C nur H und OH haften und ebenso Methylalkohol nicht assimilirt werden was indessen auch auf Rechnung ihrer antiseptischen Eigenschaften in Verbindung mit der ziemlich schweren Zersetzbarkeit kommen kann. [2])

Dagegen kann der Kohlenstoff nicht assimilirt werden, wenn er unmittelbar nicht mit H, sondern nur mit andern Elementen zusammenhängt, wie dies in der Cyangruppe, ferner beim Harnstoff und der Oxalsäure nebst deren Abkömmlingen (Oxamid) der Fall ist. In diesen Verbindungen sind an C bloss N-, O- und C-atome befestigt.

Es besteht eine grosse Verschiedenheit in der Ernährungstüchtigkeit der verschiedenen Kohlenstoffverbindungen. Vom Standpunkte der morphologischen oder Constitutionschemie aus werden wir wohl annehmen dürfen, dass Verbindungen am leichtesten assimilirt werden, welche bereits

2) Die Ernährungsuntüchtigkeit von Verbindungen wie Chloral, Pikrinsäure, Chinin, Strychnin (Versuch 64) mag theils auf den antiseptischen Eigenschaften der Verbindungen oder der bei der Assimilation freiwerdenden Reste, theils auf dem Umstande beruhen, dass noch nicht die günstigste Zusammensetzung der Nährlösung gefunden wurde.

eine Atomgruppe besitzen, wie sie die zu bildende Substanz bedarf, und dass eine Verbindung um so weniger ernährt, je unvollständiger sie diese Gruppe enthält. Wir kennen nun zwar das erste Assimilationsprodukt der Pilzvegetation nicht und dürfen auch den Vorgang in den Pflanzengeweben, in welchen bei Anwesenheit des Chlorophylls Kohlensäure assimilirt wird, nicht etwa als Analogie benützen. Wenn wir aber die Ergebnisse der Ernährungsversuche bei Pilzen für eine Theorie verwenden wollen, so können wir vielleicht sagen, dass jene in dem ersten Assimilationsprodukt enthaltene Atomgruppe aus 2 oder eher 3 unmittelbar miteinander in einer Kette zusammenhängenden C-atomen, an denen unmittelbar sowohl H- als O-atome befestigt sind, bestehen muss, und dass durch Verdoppelung daraus zunächst eine (4 oder) 6 C-atome enthaltende Gruppe sich bildet. Findet dies wirklich statt, so begreifen wir die aus den Versuchen sich ergebenden Resultate, dass unter übrigens gleichen Umständen Verbindungen mit 1 C-atom am schwierigsten (Methylamin) oder gar nicht (Ameisensäure, Chloral) assimilirt werden, dass mit der steigenden Zahl der unmittelbar zusammenhängenden C-atome die Assimilation besser von Statten geht, (Leucin mit 6 C ernährt besser als Asparagin mit 4 C), dass es ferner günstiger ist, wenn an den C-atomen nicht bloss H-atome sondern auch O oder OH befestigt sind (die Gruppe $CH_2 OH$ verhält sich unter übrigens gleichen Umständen günstiger als $CH_3$, ebenso $CH_2$-$CHO$ günstiger als $CH_2$-$CH_3$), und dass Verbindungen mit mehreren C-atomen oder C-gruppen, die durch N oder O verbunden sind, nicht besser ernähren als solche, in denen die Gruppe nur einmal vorhanden ist (Trimethylamin nicht besser als Methylamin).

Auf die Constitution der in dem ersten Assimilationsprodukt enthaltenen Atomgruppe lässt sich aus der Be-

schaffenheit der nährenden Verbindungen kein Schluss ziehen, weil in den letzteren die entscheidende Gruppe offenbar ungleich constituirt ist und weil dessnahen Wanderungen der an der Kohlenstoffkette hängenden H- und O-atome bei der Assimilation angenommen werden müssen.

Ausser der chemischen Constitution der Nährverbindungen spielt aber jedenfalls noch ein anderer Umstand eine wesentliche Rolle bei der Assimilation. Die lebende Zelle wird unter übrigens gleichen Umständen diejenigen Substanzen am leichtesten zur Ernährung benutzen, für deren Assimilation sie die geringste Kraft aufwenden muss, — also diejenigen Substanzen, die von verschiedenen chemischen Mitteln am ehesten angegriffen und umgesetzt werden. Doch ist natürlich nur ganz im Allgemeinen ein Vergleich möglich, da ja die chemischen Verbindungen zu den verschiedenen Arten der Zersetzung sich nicht gleich verhalten, und da die Assimilation nichts anderes ist als eine besondere Art der Zersetzung, die mit den übrigen Zersetzungen bis zu einer bestimmten Grenze übereinstimmt, während sie im Einzelnen sich im Gegensatze zu ihnen befindet.

Doch macht uns dieser Gesichtspunkt manche Thatsache begreiflich, so z. B. warum Benzoësäure und Salicylsäure besser ernähren als Phenol (Carbolsäure), warum Ameisensäure schwer oder gar nicht assimilirt wird, warum die Fettsäuren überhaupt ungünstig und die Essigsäure günstiger ist als die höheren Glieder, warum die Glycosen sich als die vorzüglichsten Kohlenstoffquellen erweisen.

Wie durch das Zusammenwirken der chemischen Constitution und der chemischen Widerstandsfähigkeit eine bestimmte Assimilationsfähigkeit bedingt wird, lässt sich einigermassen erkennen, wenn man die Kohlenstoffquellen nach dem Grade ihres Nährwerthes in eine Reihe ordnet. Wir können etwa folgende Stufen unterscheiden, wobei die

günstigen Wirkungen der Gärthätigkeit der Pilzzellen und die ungünstigen der Giftigkeit der Verbindungen ausgeschlossen sind:

1. Die Zuckerarten.
2. Mannit; Glycerin; die Kohlenstoffgruppe im Leucin.
3. Weinsäure; Citronensäure; Bernsteinsäure; die Kohlenstoffgruppe im Asparagin.
4. Essigsäure; Aethylalkohol; Chinasäure.
5. Benzoësäure; Salicylsäure; die Kohlenstoffgruppe im Propylamin.
6. Die Kohlenstoffgruppe im Methylamin; Phenol.

Diese Stufenreihe hat nur bedingte Gültigkeit. Es giebt verschiedene Ursachen, welche die Ernährungsversuche mit Pilzen rücksichtlich ihrer Vergleichung unter einander erschweren. Ich werde nachher noch auf dieselben zu sprechen kommen. Bei der vorliegenden Frage tritt ein spezifischer Umstand in den Vordergrund. Die verschiedenen Nährverbindungen können als Kohlenstoffquelle nur dann in strengem Sinne vergleichend geprüft werden, wenn die Stickstoffquelle die nämliche ist, und ebenso als Stickstoffquelle nur dann, wenn die Kohlenstoffquelle sich gleich verhält. Oft aber sind beide verschieden. Wenn z. B. eine Nährlösung weinsaures Ammoniak, die andere Zucker und Methylamin enthält, so ist es zweifelhaft, wie viel jede der stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Verbindungen zu dem Versuchsresultat beigetragen hat. Man kann zwar noch zwei andere Nährlösungen herstellen, von denen die eine Methylamin und Weinsäure mit einer unorganischen Basis, die andere Zucker und Ammoniak mit einer unorganischen Säure enthält. Man hat dann zwei Versuche mit der gleichen Stickstoffquelle und mit ungleichen Kohlenstoffquellen und zwei mit der gleichen Kohlenstoffquelle und mit ungleichen Stickstoffquellen. Eine

strenge Vergleichbarkeit ist aber damit doch nicht erreicht, denn einmal bleibt es fraglich, ob das Ammoniak in Verbindung mit Zucker die nämliche Assimilationsfähigkeit besitze wie mit Weinsäure, und der nämliche Zweifel besteht für die Wirksamkeit jeder der übrigen Verbindungen, — und ferner sind nicht bloss die Stickstoff- und Kohlenstoffquellen in den Versuchen vertauscht, sondern es sind auch die unorganischen Bestandtheile der Nährlösungen verändert worden, weil die Weinsäure und das Ammoniak neutralisirt werden mussten; die Wirksamkeit der organischen Verbindungen kann aber nur verglichen werden, wenn die unorganischen gleich sind. Ueberdem kann man bei Substanzen, die zugleich die Stickstoffquellen und die Kohlenstoffquellen enthalten, besonders wenn die Konstitution, wie bei den Albuminaten, unbekannt ist, auf dem Wege des Versuchs auch nicht annähernd die Wirkung der einen und andern bestimmen.

Es ist daher von wissenschaftlichem Interesse die Assimilationsfähigkeit der vereinigten Stickstoff- und Kohlenstoffquellen zu kennen. Der praktische Nutzen, den die Kenntniss der Ernährungstüchtigkeit ganzer Nährlösungen gewährt, ist ohnehin selbstverständlich. Ich kann hierüber aber nicht viel mehr sagen, als was schon in der Mittheilung vom 3. Mai angegeben wurde. Wenn wir nur die Assimilation ohne Gärthätigkeit und ferner nur diejenigen Stoffe berücksichtigen, welche in grösserer Menge löslich sind, ohne giftig zu wirken, so können wir als eine von den besser zu den schlechter nährenden Substanzen fortschreitende Stufenreihe folgende anführen:

1) Eiweiss (Pepton) und Zucker,
2) Leucin und Zucker,
3) weinsaures Ammoniak oder Salmiak und Zucker,
4) Eiweiss (Pepton),
5) Leucin,

6) weinsaures Ammoniak, bernsteinsaures Ammoniak, Asparagin,

7) essigsaures Ammoniak.

Diese Stufenfolge für die Assimilationsfähigkeit wurde an einer Versuchsreihe mit Schimmelpilzen (Penicillium) gewonnen. Viele andere kleinere Versuchsreihen sowohl mit Schimmelpilzen als mit Spross- und Spaltpilzen stimmen damit im Allgemeinen überein. Die Vereinigung Pepton und Glycose, in welche Verbindungen Eiweiss und Rohrzucker oder Milchzucker zunächst umgewandelt werden, bildet mit einer nachher zu erörternden Beschränkung, mag Gärung stattfinden oder nicht, das beste Nährmaterial. So ergab beispielsweise die 1 prozentige Zuckerlösung mit 1 Proz. Pepton eine 4 mal so grosse Zunahme der Sprosshefe als mit 1 Proz. weinsaurem Ammoniak, obgleich die vorhandene Gärthätigkeit ausgleichend wirkte (Versuch 54). Daraus ist es zu erklären, dass Flüssigkeiten aus Pflanzen und Thieren und Absude von pflanzlichen und thierischen Geweben meistens eine so lebhafte Vegetation niederer Pilze hervorbringen.

Bemerkenswerth und einigermassen überraschend ist die ausserordentlich günstige Wirkung der Beigabe von Zucker. Sie kann ja leicht erklärt werden, wenn Gärung stattfindet, weil Zucker in grösserer Menge zerlegt wird und dabei eine grössere Menge von Spannkraft frei werden lässt, als es bei anderem Gärmaterial der Fall ist. Aber der Zucker scheint seine günstige Wirkung auch zu äussern, wenn er wie bei Schimmelpilzkulturen nicht vergärt. Allerdings sind die in der Mittheilung vom 3. Mai angeführten Versuche noch nicht ganz entscheidend, da sie zu anderem Zwecke angestellt, nicht gleiche Mengenverhältnisse in den Nährlösungen sich vorsetzten. Wenn in der Versuchsreihe mit Schimmelpilzen, welche in der Mittheilung vom 3. Mai beschrieben ist, 0,8 Prozent Salmiak und 4,8 Prozent Zucker

in 34 Tagen 1,5 g Ernte gaben, dagegen 1 Prozent Albumin in 52 Tagen nur 0,86 g Ernte, — wenn ferner 1 Prozent weinsaures Ammoniak, 1 Prozent Weinsäure und 3 Prozent Zucker 2,3 g Ernte, dagegen 1 Prozent Albumin oder 1 Prozent Pepton bloss 0,5 g Ernte lieferten, so hatte jedenfalls der mit der Zuckerzugabe verbundene bedeutend grössere Prozentgehalt der Nährlösung einigen Einfluss auf das grössere Erntegewicht. Es ist aber doch fraglich, ob er dasselbe vollständig zu erklären vermöge und ob nicht ausserdem noch eine spezifische, vorerst nicht zu erklärende günstige Wirkung der Glycose auf die Assimilation anzunehmen sei. Weitere Versuche, die speziell zu diesem Behufe anzustellen sind, müssen darüber Aufschluss geben.

Ich habe bereits auf die Schwierigkeit hingewiesen, auf welche die Vergleichung der Kohlenstoffquellen unter sich oder der Stickstoffquellen unter sich stösst. Diese Schwierigkeit fällt nun allerdings hinweg, wenn man die ganzen Nährlösungen bezüglich ihrer Ernährungstüchtigkeit vergleicht, und man könnte dessnahen meinen, dass eine Reihe richtig angestellter Versuche uns unschwierig darüber Aufschluss geben sollte. Eine genauere Ueberlegung zeigt uns aber, dass, auch wenn alle experimentellen Bedingungen, die in unserer Macht liegen, erfüllt sind, noch mehrere störende Umstände zurückbleiben, die wir nicht beseitigen können.

Zu den Versuchsbedingungen, die sich mit gehöriger Vorsicht herstellen lassen, gehört vor Allem, dass nur gleiche Pilze mit einander verglichen werden, weil verschiedene Gattungen und selbst die nächst verwandten Formen sich ungleich verhalten können. So vermögen Schimmelpilze und gewisse Spaltpilze die Salpetersäure zu assimiliren, andere Spaltpilze und die Pilze der Wein- und Bierhefe dagegen nicht. So wachsen nach den Beobacht-

ungen von Dr. Hans Buchner die Heubacterien in Asparagin- und Leucinlösungen, indess die von denselben abstammenden (also nur varietätlich von denselben verschiedenen) Milzbrandbacterien nicht durch Asparagin und Leucin und überhaupt nur durch Eiweiss und Eiweisspeptone ernährt werden.

Bei vielen Versuchen ist eine strenge Reinkultur nicht erforderlich; es genügt, dass eine Pilzform in weit überwiegender Menge sich entwickele. Will man eine Schimmelvegetation mit Ausschluss der Spaltpilze erhalten, so muss die Nährlösung hinreichend sauer gemacht werden, wozu in Flüssigkeiten mit Ammoniaksalzen oder mit wenig Zucker, mit wenig Eiweiss etc. 0,5 Prozent Phosphorsäure und weniger genügen, in reicheren Nährflüssigkeiten dagegen bis 1 Prozent erforderlich ist. Sollen aber nur Spaltpilze wachsen und die Schimmelpilze ausgeschlossen werden, so reicht die neutrale Reaction dazu in der Regel hin; nöthigenfalls kann sie schwach alkalisch gemacht werden. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Sprosspilze sich im Allgemeinen verhalten wie die Schimmelpilze und sehr häufig zugleich mit denselben auftreten, dass sie aber wegen ihrer viel geringeren Menge das Resultat meistens nicht stören.

Soll bei einer Versuchsreihe nur eine einzige bestimmte Pilzform wachsen, so dürfen in hinreichend ausgekochte pilzfreie Nährflüssigkeiten bloss Keime dieser Form gebracht werden. Um dies zu bewerkstelligen, bedarf es besonderer Vorsichtsmassregeln, die bis jetzt von den Beobachtern fast ausnahmslos vernachlässigt oder wenigstens nicht in vollkommen befriedigender Weise angewendet wurden.

Um eine ausschliessliche Schimmelvegetation zu erhalten, genügt es nicht, Schimmelsporen in das pilzfreie Glas einzutragen, denn mit denselben kommen immer auch Spaltpilze und zuweilen selbst Sprosspilze hinein. Ueber-

haupt ist es äusserst schwer, die winzigen Spaltpilze auszuschliessen, und es giebt wohl kaum ein anderes sicheres Mittel als folgendes, welches ich früher (1868) mehrfach anwendete, um zu zeigen, dass aus Schimmelpilzen sich weder Spaltpilze noch Saccharomyces entwickeln. Ein mit Blase zugebundenes Glas, welches die Nährflüssigkeit enthält, wird durch Erhitzen auf 120° C pilzfrei gemacht, die Blase dann mit Schimmelsporen bestreut und nur so lange durch Bedeckung mit einer Glasglocke feucht gehalten, bis die Schimmelfäden durch die Blase hindurch und längs der Glaswandung in die Flüssigkeit hinunter gewachsen sind. Statt der Blase kann auch ein Baumwollpfropf als Verschluss dienen. Auf diese Weise erhält man eine reine Schimmelvegetation ohne eine Spur von Spaltpilzen oder Saccharomyceszellen. — Mehrere in dieser Weise behandelte Gläser blieben 5 Jahre lang stehen, bis die Flüssigkeit vertrocknet war. Sie enthielten keine andern Organismen als Schimmelpilze. Andere Gläser, die schimmelfrei eintrockneten, waren ebenfalls nach 5 Jahren ganz frei von Pilzen und enthielten die unveränderten Nährstoffe.

Wenn eine bestimmte Art von mikroskopischen Pilzen ausschliesslich kultivirt werden soll, so lässt sich dies nur selten dadurch erreichen, dass man alle übrigen Formen bis auf die eine tödtet, z. B. durch Hitze. Gewöhnlich muss man auf einem andern Wege zu einer Reinkultur zu gelangen suchen und dann aus dieser die zu prüfenden Nährlösungen infiziren. Ich habe mir in den Jahren 1870 und 1871, theils um den Nichtübergang von Saccharomyces in Spaltpilze und umgekehrt darzuthun, theils um bei kleineren Versuchen mit Luftabschluss bloss eine einzige Pilzform zu haben, Reinkulturen auf zweierlei Art verschafft, und ich kenne auch jetzt noch kein anderes Mittel, um sie sicher zu erhalten.

Das eine Verfahren beruht auf der Thatsache, dass

die Gärthätigkeit eines Pilzes sein eigenes Wachsthum sehr befördert, dagegen die Ernährung und die Vermehrung der übrigen Pilze benachtheiligt. Mit Benützung dieser Thatsache kann man im Laufe einiger auf einander folgender Züchtungen durch Verdrängung der Mitbewerber leicht eine vollkommen reine Sprosshefe, weniger leicht einige reine Spaltpilzformen erlangen. Ich verweise hierüber auf das in der „Theorie der Gärung" Gesagte. [3])

Das andere Verfahren besteht darin, in eine pilzfreie Nährlösung womöglich einen einzigen Pilzkeim zu bringen, sodass die erwachsende Pilzvegetation bloss aus den Nachkommen desselben besteht. Zu diesem Zweck muss eine pilzführende Flüssigkeit, welche die gewollte Form in überwiegender Menge enthält, durch Wasser auf eine hinreichende Verdünnung gebracht werden. Das Verfahren wird am besten durch die Mittheilung eines bestimmten Versuches (1871) deutlich werden. Aus faulem Harn, in welchem sich ausser Micrococcus auch Stäbchen (Bacterien) befanden, sollte ersterer rein erhalten werden. Ein Tropfen, welcher etwa 0,03 ccm fasste und etwa 500000 Pilze enthielt, wurde in 30 ccm pilzfreies Wasser gegeben. Aus dieser 1000fach verdünnten Flüssigkeit wurde, nachdem sie durch Schütteln wohl gemischt war, abermals ein Tropfen in 30 ccm Wasser eingetragen und somit eine millionfache Verdünnung hergestellt, in welcher je der zweite Tropfen (von 0,03 ccm) durchschnittlich einen Pilz enthalten musste. Von 10 pilzfreien Gläsern, von denen jedes mit einem Tropfen infizirt wurde, blieben 4 ohne Vegetation, in einem bildeten sich Bacterien und in 5 die gewünschten Micrococcuszellen.

---

3) Abhandl. d. k. b. A. d. W. II. Cl. XIII. Bd. II. Abth. 140 (66). Sep.-Ausg. 76.

Eine zweite Bedingung für vergleichbare Versuche ist die, dass jede Gärthätigkeit ausgeschlossen sei. Da diese das Wachsthum so ausserordentlich befördert, so wird die Vergleichung der Assimilationsfähigkeit zweier Nährsubstanzen, von denen die eine gärfähig ist, die andere nicht, unmöglich. Wenn man Schimmelpilze einerseits mit Zucker und anderseits mit Glycerin ernährt, so erhält man Resultate, welche genau dem Nährwerth der beiden Verbindungen entsprechen. Bringt man dagegen Sprosspilze (Saccharomyces) in die nämlichen zwei Nährlösungen, so wachsen dieselben in der Zuckerlösung unvergleichlich viel besser, weil sie darin Gärung verursachen. Das Glycerin ernährt sie nach dem seiner Constitution zukommenden Werthe, der Zucker dagegen ernährt sie nicht bloss nach Massgabe seiner Constitution, sondern überdem noch vermöge der Spannkraft, welche bei der Gärung frei und auf das lebende Plasma übertragen wird. — Die Spaltpilze können verschiedene Gärungen bewirken und sie schöpfen aus jeder derselben eine andere Kraftmenge. Man hat sich daher bei vergleichenden Ernährungsversuchen, die manmit Spross- und mit Spaltpilzen anstellt, immer die Frage vorzulegen, ob bei dem einen oder andern Versuch Gärung stattgefunden und um wie viel dieselbe wohl das Wachsthum begünstigt habe.

Zu den Umständen, welche bei Ernährungsversuchen mit verschiedenen Verbindungen nicht gleich gemacht werden können und daher störend sind, gehört die spezifische Wirkung, welche die Verbindungen, abgesehen von ihrer Assimilationsfähigkeit, auf die lebende Zelle ausüben. Ich habe bereits oben bei einer verwandten Frage von dieser Wirkung gesprochen. Sie besteht darin, dass jede Verbindung bei einer gewissen Concentration der Lösung die Lebensenergie herunterstimmt. Diese schädliche Concentration ist für jede Verbindung eine andere; für jede

Verbindung ist daher auch das Optimum der Concentration, bei welcher sie einen bestimmten Pilz am besten ernährt, ein anderes. Da nun bei vergleichenden Versuchen die Flüssigkeiten äquivalente Mengen von Nährstoffen enthalten müssen, so sind die Lösungen ungleich weit von ihrem Optimum entfernt, und man läuft überdem Gefahr, dass die eine oder andere Lösung einen geradezu schädlichen Concentrationsgrad erreicht habe. Es kann dieser Punkt nicht genug berücksichtigt werden, wenn man die Beziehung zwischen chemischer Constitution und Assimilationsfähigkeit beurtheilen will. Giebt es doch Verbindungen, welche an und für sich gut ernähren würden, wenn nicht ihre giftigen Eigenschaften sie schon in sehr verdünnter Lösung dazu untauglich machten.

Ein zweiter Umstand, welcher die Vergleichung der Versuche beeinträchtigt und nicht beseitigt werden kann, ist die ungleiche Fähigkeit der Nährverbindungen zu diosmiren. Derselbe macht sich besonders fühlbar beim Zusammenhalte der Albuminate und der ihnen nahestehenden Stoffe mit den krystallisirenden Nährsubstanzen. Die Pilzzellen müssen die Albuminate, um sie aufnehmen zu können, zuerst in eine diosmirende Form umwandeln. Von Peptonen giebt es bekanntlich verschiedene Modificationen, solche die den Albuminaten näher stehen und weniger gut diosmiren, und solche, die mehr verändert sind und besser durch Membranen hindurch gehen. Die Pilze müssen daher auch, wenn sie mit schwer diosmirenden Peptonen ernährt werden, zuerst durch ein ausgeschiedenes Ferment die Peptonisirung vollenden.

Dieser Process verläuft nicht nur bei verschiedenen Pilzen ungleich rasch, indem die meisten Spaltpilze sehr energisch, die Schimmelpilze weniger gut und die Sprosspilze fast gar nicht zu peptonisiren vermögen. Sondern es übt auch die Beschaffenheit der Nährlösung, namentlich

die Reaction derselben einen entscheidenden Einfluss aus. Viele Spaltpilze peptonisiren das Eiweiss in neutralen und in ziemlich stark alkalischen Lösungen sehr gut; die Schimmelpilze peptonisiren es noch in schwach sauren Flüssigkeiten, z. B. in $^1/_2$ proz. Phosphorsäurelösung ziemlich rasch, dagegen sehr langsam in 1 proz. Phosphorsäurelösung.

Wenn es sich also um Vergleichung von Albuminaten mit anderen Nährsubstanzen handelt, so ist zu berücksichtigen, welche Wahrscheinlichkeit der Peptonisirung unter den vorliegenden Umständen gegeben sei, und wenn Peptone verglichen werden sollen, so ist die Frage, welche Beschaffenheit und besonders welche Fähigkeit zu diosmiren dieselben schon besitzen und ob sie von den Pilzzellen noch verändert werden müssen. Man darf nicht etwa sagen, die Albuminate seien, weil sie von den Zellen nicht aufgenommen werden, überhaupt ernährungsuntüchtig. Dies trifft allerdings für gewisse Pilze und gewisse Umstände zu, während für andere Pilze und andere Umstände die Eiweissstoffe zu den allerbesten Nährsubstanzen gehören.

Andere störende Umstände sind die ungleiche Löslichkeit der Verbindungen und die damit zusammenhängende ungleiche Anziehung zu Wasser, — ferner ihre ungleiche Oxydationsfähigkeit, die bei Pilzkulturen eine so wichtige Rolle spielt, — ihr ungleiches Verhalten zur Temperatur, indem für jede Verbindung und einen bestimmten Pilz ein anderer Wärmegrad als Optimum erscheint, — dann der Luftzutritt, welcher bezüglich seiner grösseren oder geringeren Ausgiebigkeit einen so entscheidenden Einfluss auf das Wachsthum der Pilze ausübt und der doch mit Sicherheit fast nie in ganz gleicher Weise hergestellt werden kann. Ich will nicht näher auf diese Umstände eintreten. In manchen Fällen sind sie ohne Bedeutung; in andern aber können

sie das Kulturergebniss wesentlich beeinflussen, wesshalb sie nie ausser Acht gelassen werden dürfen. [4])

Endlich giebt es einen Umstand, der bei allen Ernährungsversuchen mitspielt und jedes Mal das Resultat in eigenthümlicher, nicht genau zu schätzender Weise mitbedingt. Er besteht darin, dass die Nährlösung durch die Pilzvegetation verändert wird, wodurch sie für die nämlichen oder für andere Pilze bald günstiger bald ungünstiger ausfällt. Wie schon längst bekannt ist, hört bei der Milchsäuregärung das Wachsthum der Spaltpilze nach einiger Zeit auf, wenn nicht die Säure durch Kalk neutralisirt wird. In diesem Falle haben wir es zwar mit einer Gärwirkung zu thun, welche die Flüssigkeit immer saurer und für das Gedeihen der Spaltpilze schädlicher macht. Aber die Ernährung selbst, wenn auch alle Gärwirkung mangelt, führt ebenfalls, zwar langsamere, doch oft sehr bemerkenswerthe Modificationen herbei. Besteht die Nährsubstanz z. B. in essigsaurem Ammoniak, so wird die Flüssigkeit durch kohlensaures Ammoniak alkalisch, indem schon bei der blossen Eiweissbildung auf 6 Molecüle essigsaures Ammoniak, ohne Berücksichtigung der Oxydation, 3 Ammoniak frei werden. Der Vorgang bei dieser Assimilation wird durch folgende Gleichung deutlich:

---

4) Was den Luftzutritt betrifft, so muss wenigstens als Bedingung festgehalten werden, dass die Pilze der zu vergleichenden Kulturen sämmtlich entweder an der Oberfläche der Nährlösungen oder untergetaucht in denselben leben. Viele Pilze (Schimmel-, Spross- oder Spaltpilze) können entweder als Decke auf der Flüssigkeit oder als Flocken in derselben wachsen, und zwar lässt sich, wenn die Gärthätigkeit ausgeschlossen ist, der eine oder andere Zustand beliebig hervorbringen, indem die Deckenbildung dem lebhafteren, die Bildung untergetauchter Flocken dem trägeren Wachsthum entspricht. Man kann beispielsweise einen deckenbildenden Pilz in einen untergetauchten verwandeln, indem man ihn in eine verdünntere Nährlösung oder in die nämliche Nährlösung, die eine antiseptische Verbindung enthält, umzüchtet.

$$\text{36 essigsaures Ammoniak } C_{72}\,H_{252}\,N_{36}\,O_{72} = \left\{\begin{array}{rlllll} 1 & \text{Albumin} & C_{72} & H_{112} & N_{18} & O_{22} \\ 18 & \text{Ammoniak} & & H_{54} & N_{18} & \\ 43 & \text{Wasser} & & H_{86} & & O_{43} \\ 7 & \text{At. Sauerstoff} & & & & O_{7} \\ \hline & & C_{72} & H_{252} & N_{86} & O_{72} \end{array}\right.$$

Das essigsaure Ammoniak ernährt nicht, wenn nicht die Luft zutritt und reichliche Oxydation veranlasst. Es dient somit nicht bloss der bei der Assimilation freiwerdende Sauerstoff, sondern auch noch eine gewisse Menge von aus der Luft aufgenommenem Sauerstoff zur Verbrennung von Essigsäure, so dass bedeutend mehr als die Hälfte des in dem Nährsalz enthaltenen Ammoniaks frei werden muss, damit sich Albuminate bilden.

Die Pilzzelle erzeugt ferner nicht bloss Eiweissstoffe, sondern auch Kohlenhydrate und Fett. Berechnen wir die stickstofflosen Verbindungen als eine mit den Albuminaten gleichgrosse Cellulosemenge, so müssen bei der Entstehung der Pilzzellen, ohne die Oxydation durch den freien Sauerstoff zu berücksichtigen, von je 7 Ammoniumgruppen des essigsauren Ammoniaks 5 als Ammoniak frei werden. — Bei der Assimilation von neutralem weinsaurem Ammoniak kann auf je 6 Ammoniumgruppen nur 1 verwendet werden; 5 gehen als Ammoniak in die Flüssigkeit.

Der nämliche Process wie der eben erörterte findet immer statt, wenn man das Ammoniaksalz einer organischen Säure als Nahrung verwendet. Die Nährlösung wird alkalisch und zuerst für Schimmel- und Sprosspilze, nachher auch für Spaltpilze ungünstiger. Enthält die angewendete Flüssigkeit freie Säure, so wird sie nach und nach neutral und dann alkalisch; die Schimmel- und Sprosspilze, die anfänglich begünstigt waren, werden nachher von den Spaltpilzen verdrängt. Ist eine Nährlösung so sehr alkalisch geworden, dass alles Pilzwachsthum darin aufhört, so vermindert sich bei längerem Stehen die alkalische Beschaffen-

heit durch Entweichen von Ammoniak und die Pilze können wieder wachsen.

Auch bei der Anwendung von manchen organischen Verbindungen, die zugleich Kohlenstoff und Stickstoff enthalten (wie Asparagin, Kreatin, Harnsäure etc.), wird die Nährflüssigkeit bei der Assimilation durch Freiwerden von Ammoniak alkalisch. Doch kann, da die Pilze ein grösseres oder geringeres Oxydationsvermögen besitzen, unter Umständen der Fall eintreten, dass ein Theil des entstehenden Ammoniaks zu Salpetersäure oder salpetriger Säure oxydirt wird, welche sich mit dem übrigen Ammoniak verbindet.

Dieser Vorgang fand bei dem später unter Nr. 36 erwähnten Versuch statt. Die aus Acetamid bestehende Nährlösung behielt während der Pilzbildung ihre ganz schwach saure Reaction und es bildete sich unter Sauerstoffaufnahme viel salpetrigsaures Ammoniak, worüber, wenn wir bloss die Albuminbildung berücksichtigen, folgende Gleichung Aufschluss geben kann.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 36 Acetamid | $C_{72}\,H_{180}\,N_{36}\,O_{36}$ | = | 1 Albumin | $C_{72}\,H_{112}\,N_{18}\,O_{22}$ |
| 10 Mol. Sauerstoff | $O_{20}$ | | 9 salpetrigsaur. Ammoniak | $H_{36}\,N_{18}\,O_{18}$ |
| | | | 16 Wasser | $H_{32}\,O_{16}$ |
| | $C_{72}\,H_{180}\,N_{36}\,O_{56}$ | | | $C_{72}\,H_{180}\,N_{36}\,O_{56}$ |

Wird ausser dem Albumin eine demselben gleiche Gewichtsmenge Cellulose erzeugt, so vermehrt sich die Menge des salpetrigsauren Ammoniaks um 15 Moleküle.

Ich führe noch einige Beispiele anderer Veränderungen der Nährlösung an. Eine neutrale Lösung von salzsaurem Methylamin (Versuch 35) wurde, indem sich eine Vegetation von Spaltpilzen bildete, schwach sauer. Sie enthielt wenig freie Salzsäure und viel Salmiak. Der Assimilationsvorgang bezüglich der Albuminate kann durch folgende Gleichung erklärt werden:

| | | | | | | | = | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 72 | salzs. Methylamin | $C_{72}$ | $H_{432}$ | $N_{72}$ | | $Cl_{72}$ | | 1 | Albumin | $C_{72}$ | $H_{112}$ | $N_{18}$ | $O_{22}$ | |
| 22 | Wasser | | $H_{44}$ | | $O_{22}$ | | | 54 | Salmiak | | $H_{216}$ | $N_{54}$ | | $Cl_{54}$ |
| $32^{1}/_{2}$ | Mol. Sauerstoff | | | | $O_{65}$ | | | 18 | Salzsäure | | $H_{18}$ | | | $Cl_{18}$ |
| | | | | | | | | 65 | Wasser | | $H_{130}$ | | $O_{65}$ | |
| | | $C_{72}$ | $H_{476}$ | $N_{72}$ | $O_{87}$ | $Cl_{72}$ | | | | $C_{72}$ | $H_{476}$ | $N_{72}$ | $O_{87}$ | $Cl_{72}$ |

Noch grössere Mengen von Salmiak und Salzsäure als bei der Bildung von Albumin müssen entstehen, wenn gleichgrosse Gewichtsmengen von stickstofffreien Verbindungen assimilirt werden. — Die geringe Menge der in der Lösung zuletzt vorgefundenen freien Salzsäure mag theils dadurch erklärt werden, dass während der langen Versuchsdauer ein Theil der Salzsäure durch Verdunstung fortging, theils dadurch, dass ein Theil derselbenn sich mit Zersetzungsprodukten der Pilzsubstanz verbunden hatte.

Eine Nährlösung, welche Harnstoff und Aethylalkohol enthielt (Versuch 34), wurde im Brütkasten (36° C) mit der Bildung von Spaltpilzen sauer, indem diese einen Theil des Alkohols zu Essigsäure oxydirten. Die nämliche Nährflüssigkeit wurde bei Zimmertemperatur ebenfalls mit Erzeugung von Spaltpilzen schwach alkalisch, indem hier die Essigbildung entweder mangelte, oder wenigstens nicht ausreichte, um das aus dem Harnstoff gebildete kohlensaure Ammoniak zu neutralisiren. Die saure Reaction beim ersten Versuch war die Ursache, warum sich nur eine mässige Spaltpilzvegetation entwickelte und nach 14 Tagen durch reichliche Schimmelpilze abgelöst wurde, während beim zweiten Versuch die Spaltpilze sich stark vermehrten und die Schimmelpilze auch nach 6 Wochen noch ausblieben.

Wenn, wie dies in den soeben angeführten Beispielen der Fall war, die neuen Verbindungen bei der Assimilation in grösserer Menge entstehen, so haben dieselben auf die Vegetation der Pilze und auf die Ernte einen merklichen

Einfluss. Es bilden sich aber ausserdem auch neue Verbindungen in so geringer Menge, dass sie bei der Vergleichung verschiedener Nährsubstanzen vernachlässigt werden können. Die chemische Analyse weist einige solcher Verbindungen nach. Ich will hier nur von einer Erscheinung sprechen, die zwar schon beobachtet wurde, aber nicht die richtige Beurtheilung gefunden hat; es ist die Bildung eines gelösten Farbstoffes von gelbgrünem bis blaugrünem Ton bei der Kultur von Spaltpilzen.

Diese Färbung der Nährflüssigkeit wurde bei einer Menge unserer Kulturen beobachtet, vorzüglich wenn ein Ammoniaksalz oder eine andere einfach zusammengesetzte Nährsubstanz (z. B. Harnstoff mit Weingeist oder Asparagin) zur Anwendung kam. Dass das Wasser selbst gefärbt war, ergab sich deutlich in denjenigen Fällen, wo es die unveränderte Farbe behielt, während die Pilze sich als farbloser Niederschlag absetzten. Wie es scheint, tritt die Färbung nur bei alkalischer Reaction auf, wobei die Flüssigkeit nach Ammoniak riecht. Sie ist ferner Folge einer Oxydation. Denn sie beginnt an der Oberfläche und schreitet nach unten hin fort; — man beobachtet dies indess nur, wenn keine Bewegung (auch nicht von schwärmenden Spaltpilzen) in der Flüssigkeit vorhanden ist. Diese zeigt sich dann in einem früheren Stadium oben intensiv gefärbt, unten farblos. Bei Luftabschluss bleibt die Färbung ganz aus. Die Lösung fluoreszirt zuweilen sehr deutlich, indem sie im auffallenden Lichte grün, im durchfallenden Lichte gelb aussieht und einer Lösung von Fluorescein vollkommen gleicht.

Von den später angeführten Versuchen war beispielsweise die Flüssigkeit mit weinsaurem Ammoniak grünlich, diejenige mit milchsaurem Ammoniak gelblich, diejenige mit essigsaurem Ammoniak blaugrünlich (Versuch 24 a, b, c), diejenige mit salicylsaurem Ammoniak (Versuch 31) stark

grün, diejenige mit Asparagin (Versuch 21) hellgrün, diejenige mit Harnstoff und Weingeist (Versuch 34, das Glas in Zimmertemperatur) starkgrün und fluorescirend.[5])

---

Eine grosse Zahl von vergleichenden Beobachtungen über die Ernährung des Bierhefenpilzes war schon 1869 von A. Mayer (Untersuchungen über die alkoholische Gärung) angestellt worden. Derselbe kam aber in dieser ersten Arbeit zu einem Resultat, welches im Gegensatze zu den oben ausgesprochenen Regeln steht. Es sollten nämlich in einer Zuckerlösung „diejenigen stickstoffhaltigen organischen Körper, die die complizirteste Zusammensetzung haben und verhältnissmässig sauerstoffarm sind“ (nämlich die Albuminate) fast gar nicht ernähren, „diejenigen stickstoffhaltigen organischen Körper, die verhältnissmässig hoch oxydirt sind und den Ammoniakverbindungen näher stehen“, sollten

---

5) Die besprochene Erscheinung ist ganz anderer Natur als die bekannten (namentlich rothen) Färbungen, welche die Spaltpilze selbst zuweilen zeigen, und daher nicht mit denselben zu vermengen. Auch ist die Entstehung sowohl der einen als der andern Färbung nicht ein Speciesmerkmal, wie Schroeter und Cohn irrthümlich angenommen haben, und beschränkt sich gleichfalls nicht auf Micrococcus-Formen.

Was den gelösten Farbstoff von grünlichem Ton betrifft, so entsteht derselbe erst nachträglich durch Oxydation aus einer noch unbekannten, bei der Assimilation frei werdenden farblosen Verbindung. — Was die Färbung der Spaltpilze selbst betrifft, so hat dieselbe ohne allen Zweifel ihren Sitz in den weichen Zellmembranen, und ist eine analoge Erscheinung wie die Färbung der Zellhäute vieler Nostochinen, die mit den Spaltpilzen in so naher morphologischer Beziehung stehen. Dass sie nicht zur spezifischen Unterscheidung benutzt werden darf, geht deutlich aus Kulturversuchen hervor. Ein Spirillum, welches intensiv rothe Decken auf Sumpfwasser bildete, gab bei der Kultur in verschiedenen Nährflüssigkeiten nur selten wieder roth gefärbte Spirillen; meistens wurden die Pilze farblos und verloren mehr oder weniger ihre schraubenförmige Gestalt, indem sie sich zu schwach gebogenen oder auch ganz geraden Stäbchen streckten.

besser und die Ammoniaksalze am besten ernähren. Bei einer spätern Untersuchung (Nobbe's Landwirthschaftliche Versuchsstationen 1871) wurden diese Aussprüche dahin modifizirt und ergänzt, dass die Ernährungstüchtigkeit einer stickstoffhaltigen Verbindung vorzüglich von ihrem Vermögen, durch Membranen zu diosmiren, abhängig und dass zu den bestnährenden auch Pepsin und die peptonartigen Stoffe zu zählen seien.

Die Untersuchungsmethode war folgende. Kleine Glasfläschchen wurden mit 20 ccm Nährlösung versehen, eine Spur Bierhefe zugesetzt, aus dem Gewichtsverlust die entwichene Kohlensäure Tag für Tag bestimmt und daraus auf die Intensität der Gärung, sowie aus dieser auf das Wachsthum der Hefe geschlossen. Vom chemischen Gesichtspunkte sind die getroffenen Vorsichtsmassregeln wohl als ausreichend zu betrachten, — und die Folgerungen, die aus den zahlreichen Versuchen nicht bloss rücksichtlich der Assimilationsfähigkeit der stickstoffhaltigen Verbindungen, sondern auch rücksichtlich der Wirksamkeit der Mineralstoffe (Aschenbestandtheile) gezogen wurden, wären ebenfalls nicht zu beanstanden, wenn die dabei obwaltende Voraussetzung zuträfe, dass in den verschiedenen Nährlösungen wenigstens in ganz überwiegendem Masse die gleichen morphologischen und physiologischen Vorgänge, nämlich Bildung von Alkoholhefe und geistige Gärung, stattgefunden haben. Diese Voraussetzung konnte zur Zeit, als die Versuche angestellt wurden, nach dem, was damals bekannt war, von dem Chemiker unbedenklich gemacht werden. Sie hat sich aber durch die seitherige Erfahrung als irrthümlich erwiesen. Es giebt zwei Gründe, warum die fraglichen Versuche als unbrauchbar zu betrachten sind.

Der erste Grund besteht darin, dass die Kulturen nicht rein waren. Es giebt keine Bierhefe, die nicht eine grössere oder geringere Anzahl von Spaltpilzen enthielte. Besonders

unrein ist aber die Presshefe; in derselben befinden sich nicht nur grosse Mengen von Spaltpilzen, sondern auch Schimmelsporen (besonders von Penicillium) und wohl auch Sprosshefezellen, die keine oder nur geringe Gärung verursachen. A. Mayer verwendete zu seinen Versuchen Presshefe, wie unzweifelhaft daraus sich ergiebt, dass es „käufliche Hefe“ war, in welcher „immer Stärkmehl gefunden“ wurde. Durch Schlämmen lassen sich wohl die Stärkekörner, nicht aber die anderen Pilze und Pilzkeime entfernen, da diese nahezu das gleiche spezifische Gewicht besitzen wie die Sprosshefezellen. Wenn man Presshefe zur Aussaat benutzt, so säet man nach den verschiedenen Proben, die ich davon untersucht habe, zwar ein viel grösseres Gewicht von Sprosspilzen, aber häufig eine gleiche oder grössere Individuenzahl von Spaltpilzen aus. Wären aber auch die Sprosspilze in stark überwiegender Anzahl vorhanden, so wäre dadurch bloss bei Aussaat von beträchtlichen Mengen ihre fast ausschliessliche Vermehrung gesichert, wie ich anderswo nachgewiesen habe (Theorie der Gärung).

Werden bloss Spuren in die pilzfreie Nährflüssigkeit ausgesäet, wie dies bei den fraglichen Versuchen der Fall war, so entscheidet nicht mehr die relative Menge, in welcher ein Pilz in dieser Spur enthalten ist, darüber, ob er gegenüber den andern Pilzen sich zu behaupten vermöge. Sondern es hängt nun von der Beschaffenheit der Nährflüssigkeit, von der Temperatur, von dem Zutritte der Luft und von anderen noch unbekannten Ursachen ab, welche Pilze zur Entwickelung gelangen und die anderen mehr oder weniger verdrängen. Bei sehr zahlreichen Versuchen, welche ich vor Jahren mit verschiedenen neutralen Nährlösungen bei Aussaat kleiner Mengen von Bierhefe anstellte, erhielt ich fast nie eine nur einigermassen reine Vegetation derselben, sondern damit gemengt geringere oder grössere Mengen von Spaltpilzen mit Milchsäure- und Buttersäure-

gärung oder Schleimbildung oder Mannitbildung; oft auch wurde die Bierhefe durch die Spaltpilze ganz verdrängt.[6])

In den Fläschchen von A. Mayer musste das Nämliche eintreten; — und dass es wirklich der Fall gewesen ist, geht auch aus den beiläufigen Bemerkungen über die beobachteten Organismen hervor (eine genaue und erschöpfende mikroskopische Untersuchung der Ernten, um die verschiedenen Pilze und ihre relativen Mengen festzustellen, wurde nicht vorgenommen). In manchen Fällen wurde nämlich eine schleimige Haut an der Oberfläche, ohne Zweifel aus Spaltpilzen bestehend, in andern „Mycoderma vini", in noch andern Schimmelpilze, selbst fructifizirend, wahrgenommen.

Alle Pilze entwickeln Kohlensäure; bei Gärungen durch Spaltpilze (Mannit-, Milchsäure-, Buttersäurebildung) wird dieselbe in grösseren Mengen entwickelt. Nach den neueren Beobachtungen ist es auch ausser Zweifel gestellt, dass Alkohol durch Spaltpilze gebildet wird. Die entweichende Kohlensäure und der in der Flüssigkeit vorgefundene Alkohol kann also in keinem Falle, wie es von A. Mayer versucht wurde, als Massstab für das Wachsthum der Sprosshefe benützt werden. Dass Milchsäuregärung in manchem seiner Versuche, in denen sie nicht beobachtet wurde, stattgefunden habe, dafür spricht das Auftreten von Schimmelpilzen. Denn diese stellen sich nicht leicht in der unveränderten Nährlösung, noch in einer Flüssigkeit, die reich an Alkohol- oder Essigsäure ist, ein, wohl aber folgen sie mit Vorliebe auf Milchsäurebildung. — Die Kohlensäureent-

---

6) In Folge dieser Erfahrungen wurde die Methode der Aussaat minimaler Mengen von Sprosshefe ganz aufgegeben, insoferne nicht vorher durch besondere Versuche eine Reinzucht hergestellt werden konnte, oder in der hinreichend sauren Beschaffenheit der Flüssigkeit die Gewähr für die Existenzfähigkeit der Sprosspilze gegeben war.

wickelung nebst Alkoholbildung ist aber nicht bloss ungeeignet, über die Ernährung der Sprosshefe Auskunft zu geben. Sie kann auch nicht als Anhalt für die Ernährung der Pilze überhaupt dienen. Es wäre selbst möglich, dass ein Versuch mit den besten Nährsubstanzen die grösste Menge von Pilzsubstanz, aber die geringste Menge von Kohlensäure und Alkohol erzeugte.

Ein anderer ebenso schwer wiegender Grund, warum Versuche wie die in Frage stehenden als unbrauchbar zu erklären sind, besteht in dem mit denselben nothwendig verbundenen ungleichen Zutritt von Sauerstoff. Das Gedeihen der verschiedenen Pilze ist wesentlich von dem Grade der Oxydation abhängig, welche der Genuss des freien Sauerstoffs ihnen gestattet. Jeder Pilz zeigt in der nämlichen Nährflüssigkeit bei vollständigem Abschluss der Luft das geringste Wachsthum (resp. vollständigen Mangel an Wachsthum), und mit der allmäligen Zunahme des Luftzutrittes ein stetig zunehmendes Wachsthum. Die erste Regel für alle vergleichenden Untersuchungen über Ernährung der Pilze verlangt daher für alle eine gleichgrosse Betheiligung des freien Sauerstoffs. Diess kann dadurch geschehen, dass man denselben ganz ausschliesst, oder dadurch, dass man in offenen flachen Gefässen von gleicher Form ungehinderten Luftzutritt gestattet, oder endlich dadurch, dass man gleich grosse Mengen von Luft in Blasen von gleicher Grösse und in gleicher Zeit durch die sonst abgeschlossene Flüssigkeit durchstreichen lässt. Die Versuche von A. Mayer waren aber so angestellt, dass der Luftzutritt ganz ungleich ausfallen musste. An den Fläschchen befanden sich nämlich luftdicht befestigte Chlorcalciumröhrchen, die am Ende mit einem Kautschukventil verschlossen waren. Bei hinreichender Kohlensäureentwickelung konnte kein Sauerstoff eintreten; bei sehr schwacher oder mangelnder Kohlensäurebildung dagegen

drang Sauerstoff ein, wie dies deutlich aus dem Umstande hervorgeht, dass in manchen Fläschchen schon nach wenigen Tagen eine Gewichtszunahme, bei einigen abwechselnd Zunahme und Abnahme, in einzelnen Fällen selbst ein rasche Zunahme des Gewichtes beobachtet wurde. Es ist möglich, dass die Sauerstoffaufnahme nur in ganz wenigen Fällen, vielleicht auch in keinem einzigen vollständig gemangelt hat. Immerhin kann die jeden Tag beobachtete Gewichtsveränderung nur als die Differenz der entwichenen Kohlensäure und des eingedrungenen Sauerstoffs gelten. Sie ist daher theils aus diesem Grunde, theils desswegen, weil der in ungleicher Menge aufgenommene Sauerstoff die Vegetation in ungleichem Grade beeinflusste, kein Mass für die Assimilationsfähigkeit der Nährflüssigkeit.

Nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft giebt es, wie ich glaube, keine andere auch nur einigermassen genügende Methode für die vergleichende Untersuchung der Ernährungstüchtigkeit verschiedener Nährstoffe, als Gleichhaltung aller äusseren Umstände (namentlich auch des Luftzutrittes), Sicherstellung, dass die nämlichen Pilzvegetationen in den verschiedenen Versuchen auftreten, und quantitative Bestimmung des Ernteergebnisses, wenigstens der gesammten Gewichtszunahme und der Stickstoffzunahme.

---

Bezüglich der Ausführung unserer Versuche bemerke ich Folgendes. Im Jahr 1868/9 verwendete ich als mineralische Nährstoffe ausgeglühte Asche von Fichtenholz, von jungen Trieben der Rosskastanie und von Erbsen, die durch Phosphorsäure neutralisirt war, ferner ausgeglühte Asche von Bierhefe, — und zwar jeweilen 0,1 g auf 100 ccm Flüssigkeit. Für Spaltpilzkulturen wurden neutrale Nährlösungen benutzt, für Schimmelkulturen wurden dieselben mit der auf Assimilationsfähigkeit zu untersuchenden or-

ganischen Säure oder mit Phosphorsäure stark angesäuert. Für Kontrollversuche dienten immer die nämlichen Nährlösungen mit Ausschluss der zu prüfenden organischen Verbindung oder der Asche. Die Versuche beschränkten sich meistens darauf, fest zu stellen, ob eine Lösung ernähre oder nicht.

Ich führe einige der 1868/9 angestellten Versuche an. Die Nährflüssigkeit betrug jedes Mal 300 ccm.

1. Phosphorsaures Ammoniak 0,2 Proz., Citronensäure 1,4 Proz. — Sehr reichliche Schimmel- und Sprosspilze.

1,b. Der Kontrollversuch, in welchem nur das phosphorsaure Ammoniak fehlte, gab beide Pilze sehr spärlich; ebenso der andere Kontrollversuch (1,c), in welchem bloss die Citronensäure mangelte.

2. Essigsaures Ammoniak 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz. — Anfänglich kleine Schimmelrasen an der Oberfläche. Dann zahllose Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend und eine Decke bildend.

2,b. Der Kontrollversuch, in welchem das essigsaure Ammoniak weggelassen war, gab nur ein äusserst dünnes Häutchen aus winzigen Spaltpilzen (Micrococcus) und spärlichen Monaden bestehend.

2,c. Der Kontrollversuch, in welchem bloss die Asche weggelassen war, gab einige untergetauchte Schimmelrasen, dann eine sehr dünne Schimmeldecke (Mucor).

3. Essigsaures Ammoniak 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz.; mit Phosphorsäure angesäuert, also von Nr. 2 durch die saure Reaction unterschieden. — Ziemlich reichliche Schimmel- und Sprosspilze. Später, als die Reaction neutral und alkalisch wurde, Spaltpilze, eine dünne Decke bildend und die Flüssigkeit trübend.

4. Essigsaures Ammoniak 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz., Essigsäure 1 Proz. — Nach einiger Zeit starke Schimmeldecke.

5. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz. — Ziemlich reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend und eine dünne Decke bildend.

6. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz., Essigsäure 1 Proz. — Nach längerer Zeit starke Schimmeldecke.

7. Phosphorsaures Ammoniak 0,23 Proz., reinster Rohrzucker des Handels (derselbe enthielt 0,06 Proz. Stickstoff) 10 Proz. — Reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit stark trübend und eine dünne Decke bildend, in welcher ziemlich viele Monaden sich befanden. Dann trat ziemliche Gasentwicklung auf; die Flüssigkeit wurde sauer (Milchsäure) und es bildete sich eine dünne Schimmeldecke.

8. Phosphorsaures Ammoniak 0,23 Proz., reinster Rohrzucker 10 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,1 Proz., also von Nr. 7 nur durch die saure Reaction unterschieden. — Da die Flüssigkeit nicht sauer genug war (es wurden neben Schimmelpilzen auch ziemlich zahlreiche Spaltpilze beobachtet), so wurde nach einigen Tagen noch einmal die gleiche Menge Phosphorsäure zugesetzt, worauf die Spaltpilze verschwanden und eine starke Schimmeldecke sich einstellte.

Die Versuche 7 und 8 waren mit Holzasche (durch Phosphorsäure neutralisirt) angestellt. Mit Hefenasche gaben sie etwas schwächere Vegetationen.

9. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 10 Proz. — Reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend und eine dünne Decke bildend, in welcher sich zahlreiche Monaden befanden. Dann wurde die Flüssigkeit sauer (Milchsäure) ohne sichtbare Gasentwickelung und es bildete sich eine Schimmeldecke. — Nach zwei Jahren waren die Schimmelpilze abgestorben, die Flüssigkeit roth und das Gewicht der bei 105° C. getrockneten Ernte (von 300 ccm Flüssigkeit) betrug 1,549 g.

**10.** Salpetersaures Kali 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 10 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,13 Proz., also von Nr. 9 nur durch die saure Reaction verschieden. — Sehr starke Schimmeldecke. — Nach zwei Jahren waren die Schimmelpilze abgestorben, die 30 g Zucker vollständig verschwunden, grösstentheils durch Oxydation. Das Destillat enthielt geringe Mengen Weingeist, ein Beweis, dass sich auch etwas Sprosshefe gebildet hatte. Das Trockengewicht der Ernte betrug 3,7 g; darin befanden sich wenigstens 0,045 g Stickstoff, entsprechend 0,281 g Albumin, während die 30 g Kolonialzucker 0,018 g Stickstoff (0,06 Proz.) enthalten hatten. In Aether lösten sich 29,1 Proz. der Trockensubstanz, welche grösstentheils Fett sein mussten.

10,b. Bei einem Kontrollversuch zu Nr. 7, 8, 9 und 10, in welchem sich 10 Proz. des nämlichen Zuckers nebst Asche befanden, also die Stickstoffquellen (Ammoniak oder Salpetersäure) mangelten und in welchem die Flüssigkeit neutral war, trat ein sehr dünnes Häutchen von Spaltpilzen mit zahlreichen Monaden und, nachdem die Flüssigkeit sauer geworden, etwas Schimmelbildung auf. — Nach zwei Jahren ergab die zugleich mit Nr. 9 und 10 vorgenommene Untersuchung nur geringe Abnahme des Zuckergehaltes und bloss 0,070 g Trockensubstanz, also $^1/_{22}$ der Ernte des Versuches Nr. 9, welcher salpetersaures Kali enthielt.

10,c. Ein Kontrollversuch zu Nr. 7, bei welchem die Asche weggelassen wurde, der also in neutraler Flüssigkeit phosphorsaures Ammoniak und Zucker enthielt, lieferte zwar eine deutlich geringere Ernte als Nr. 7, aber zugleich eine deutlich beträchtlichere Ernte als der vorhin angeführte Kontrollversuch, bei welchem sich die Aschenbestandtheile, aber keine Stickstoffverbindungen befanden, so dass es scheinen könnte, als ob unter Umständen der Stickstoff die Mineralstoffe zu vertreten vermöge, was ja auch schon

behauptet wurde, aber um mit Grund angenommen zu werden, doch noch weiterer genauer Untersuchungen bedürfte.

10,d. Ein Kontrollversuch zu Nr. 7, 8, 9, 10, bei welchem sowohl die Stickstoffquellen (Ammoniak oder Salpetersäure) als die Aschenbestandtheile mangelten, der also nur Zucker enthielt, ergab eine äusserst schwache Vegetation zuerst von Spaltpilzen und Monaden und dann von Schimmelfäden in der sauer gewordenen Flüssigkeit. Die Vegetation war noch schwächer als in 10,b.

11. Phosphorsaures Ammoniak 0,11 Proz., Oxalsäure 0,12 Proz., welche dazu dienten um die bei diesem Versuche unverändert zugesetzte Holzasche zu neutralisiren. — Die Flüssigkeit blieb unverändert.

12. Phosphorsaures Ammoniak 0,13 Proz., aus Zucker dargestelltes Humin, welches vorher mit Ammoniak bis zu schwach alkalischer Reaction versetzt worden war, 0,66 Proz. — Die Flüssigkeit blieb unverändert. Das Humin war unlöslich.

---

Bei den Versuchen, welche ich im Jahr 1870/1 gemeinschaftlich mit Dr. Walter Nägeli anstellte, wurden die mineralischen Stoffe ebenfalls als Asche zugesetzt. Da der Hauptzweck dieser Versuche dahin ging, die Wirkung der Anwesenheit und des Mangels von freiem Sauerstoff zu prüfen, so wurden zum Theil wieder die nämlichen, zum Theil andere Nährstoffe verwendet, indem je einige Gläser mit Luftabschluss und einige zur Kontrolle mit Luftzutritt behandelt wurden. Ich will hier bloss von den letzteren sprechen, und zwar nur insofern sie von den bereits angeführten verschieden sind.

13. Essigsaures Ammoniak 0,7 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz. — Reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend, und nachdem die Flüssigkeit durch Milchsäure-

bildung sauer geworden, Sprosshefen- und Schimmelbildung oder nur die letztere.

**14.** Essigsaures Ammoniak 0,8 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz. — Sprosshefe und Gärung; dann Schimmelbildung. Die Ernte war etwas geringer als bei Nr. 13.

14,b. Ebenso, aber 0,4 Proz. $P_2O_5$. — Wie Nr. 14, aber Gärung weniger lebhaft, Schimmelbildung fast gleich.

**15.** Salpetersaures Ammoniak 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz. — Spaltpilz- und Milchsäurebildung mässig, aber äusserst reichliche Schimmelbildung, wohl 20 mal reichlicher als bei Nr. 14 und 13.

**16.** Salpetersaures Ammoniak 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz. — Sprosshefenbildung und Gärung ziemlich lebhaft, dann Schimmelbildung. Ernte ziemlich wie Nr. 14, aber mehr als 20 mal geringer als bei Nr. 15.

**17.** Harnstoff 1 Proz., 2 Proz. und 4 Proz. — Keine Pilze.

**18.** Harnstoff 1 Proz., Citronensäure 2 Proz. — Reichliche Schimmelbildung.

**19.** Harnstoff 1 Proz., reinster Rohrzucker 9 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz. — Sprosshefe und Gärung, dann reichliche Schimmelbildung.

**20.** Harnstoff 1 Proz., Glycerin 9 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz. — Reichliche Schimmelbildung.

**21.** Asparagin 1 Proz. — Die Nährflüssigkeit wird trüb und alkalisch, mit starkem ammoniakalischem Geruch und mit zahllosen kurzen stäbchenförmigen Spaltpilzen in Schwärmbewegung.

**22.** Asparagin 1 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,3 Proz. — Sehr geringe Schimmelbildung.

**23.** Asparagin 1 Proz., Citronensäure 1 Proz. —

Reichliche Sprosspilzbildung. Die Schimmelpilze waren durch die Versuchsanordnung ausgeschlossen.

---

Die Versuche, welche im Jahr 1875/6 gemeinschaftlich mit Dr. W. Nägeli ausgeführt wurden, hatten gleichfalls den Zweck, die Wirksamkeit der An- und Abwesenheit von freiem Sauerstoff zu untersuchen. Die Mineralsubstanzen wurden wieder als Asche von Hefe, Erbsen, Holz, Tabak, die durch Phosphorsäure neutralisirt war, zugesetzt, in vielen Fällen aber auch als Salzlösungen, nämlich phosphorsaures Kali, schwefelsaure Magnesia und Chlorcalcium in den entsprechenden Mengen. Von den zur Kontrolle angestellten Versuchen mit Luftzutritt mögen folgende, die nicht bereits früher angeführt sind, erwähnt werden.

24. Milchsaures Ammoniak 0,4 Proz., mineralische Nährsalze. — Reichliche Spaltpilzbildung. Ein bemerkenswerther Unterschied in der Erntemenge gegenüber gleichzeitig angestellten und in jeder Beziehung gleich behandelten Versuchen mit Lösungen b) von weinsaurem Ammoniak und c) essigsaurem Ammoniak [7]) war nicht zu beobachten.

25. Bernsteinsaures Ammoniak 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Reichliche Spaltpilzbildung.

26. Oxalsaures Ammoniak 0,3 Proz., mineralische Nährsalze. — Keine Pilzbildung.

27. Oxalsaures Ammoniak 1 Proz., Oxalsäure 1 Proz., mineralische Nährsalze. -- Keine Pilzbildung.

28. Oxalsaures Ammoniak 1 Proz., Oxalsäure 1 Proz., reinster Rohrzucker 13 Proz., mineralische Nährsalze. — Sehr reichliche Schimmelvegetation.

---

7) Bei andern Versuchen stand das essigsaure Ammoniak an Ernährungstüchtigkeit entschieden dem weinsauren und milchsauren Ammoniak nach.

**29.** Ameisensaures Ammoniak 0,1 Proz., mineralische Nährsalze. — Unverändert, sowohl im Brütkasten als bei Zimmertemperatur.

**30.** Phenol (Carbolsäure) 0,08 Proz., Ammoniak etwa 0,2 Proz., mineralische Nährsalze. Die Reaction der Nährflüssigkeit war fast neutral (ganz schwach alkalisch). — Ein Glas, das in den Brütkasten gestellt wurde, blieb unverändert. Die zwei in Zimmertemperatur befindlichen Gläser trübten sich und zeigten ziemlich zahlreiche Spaltpilze (eine winzige Micrococcusform), das eine überdem spärliche, das andere viele Sprosspilze.

**31.** Salicylsaures Ammoniak 0,1 Proz., mineralische Nährsalze. — Sehr reichliche Vegetation von Spaltpilzen (Micrococcus und Bacterium), welche die Flüssigkeit trübten, stark grün färbten und einen etwas fauligen Geruch verursachten; — dies in zwei Gläsern bei Zimmertemperatur. Ein im Brütkasten befindliches Glas blieb anfänglich unverändert; nach 2 Monaten bildeten sich ein paar Schimmelrasen an der Oberfläche; keine Spaltpilze.

**32.** Phosphorsaures Ammoniak 0,5 Proz., Glycerin 5 Proz., Asche, Kreide. — Aeusserst reichliche Spaltpilzbildung, und später auf der sauren Flüssigkeit eine Schimmeldecke.

**33.** Die Versuche über Ernährungstüchtigkeit der Humussubstanzen wurden mit Torf angestellt. Derselbe wurde in der Kälte oder in der Wärme mit Wasser, das 0,5 Proz. kohlensaures Ammoniak enthielt, ausgelaugt und die Lösung zu den Versuchen benützt. Oder es wurden die Gläser zur Hälfte mit Torf und dann zu 3/4 mit Wasser gefüllt, welches entweder keinen Zusatz erhielt, oder mit 0,2 bis 0,5 Proz. kohlensaurem Ammoniak, mit 0,2 Proz. Ammoniak, mit 0,1 Proz. Kali versetzt war. Die Gläser erfuhren entweder keine weitere Behandlung, oder sie wurden zunächst während längerer Zeit (20 Stunden) einer Tem-

peratur von 90 bis 92° C. ausgesetzt. Die Lösungen, welche einen Zusatz von kohlensaurem Ammoniak, von Ammoniak oder von Kali erhalten hatten, reagirten schwach alkalisch oder sie waren beinahe neutral; diejenigen ohne Zusatz zeigten äusserst schwach saure Reaction.

Die Kulturresultate waren sehr verschiedene. Einige Male bildete sich in den Lösungen bald eine mehr spärliche bald eine reichliche Vegetation von Spaltpilzen (Micrococcus und Spirillum, seltener Bacterien), in welcher sich dann auch Monaden einstellten. Ein Mal blieb jede Pilzbildung aus, wie dies auch bei Anwendung von künstlichem Humus der Fall gewesen (Versuch 12). Ich setze den negativen Erfolg auf Rechnung der Unlöslichkeit der Humussubstanzen, nicht etwa, wie man allenfalls vermuthen könnte, auf den Mangel an mineralischen Nährsalzen, an denen mancher Torf sehr arm ist. Denn es stellte sich eine ziemlich reichliche Algenvegetation ein.

**34**. Harnstoff 0,5 Proz., Aethylalkohol 2,3 Proz., mineralische Nährsalze. — Ein Glas im Brütkasten zeigte mässige Spaltpilzbildung mit saurer Reaction, nachher eine dicke Schimmeldecke. Ein anderes Glas bei Zimmertemperatur ergab eine sehr reichliche Spaltpilzvegetation mit schwach alkalischer Reaction. Ueber den chemischen Befund habe ich bereits oben gesprochen.

34,b. Kontrollversuche, bei denen der Harnstoff mangelte, zeigten im Brütkasten eine äusserst spärliche Spaltpilzvegetation, bei Zimmertemperatur gar keine Veränderung.

**35**. Salzsaures Methylamin 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Ziemlich reichliche Spaltpilzbildung. Das Auftreten von Salmiak und freier Salzsäure bei diesem Versuche wurde bereits erwähnt.

**36**. Acetamid 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Reichliche Spaltpilzbildung. Von dem dabei entstehenden salpetrigsauren Ammoniak wurde oben gesprochen.

**37.** Oxamid 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Nach zwei Jahren war die Flüssigkeit noch unverändert.

Ich halte es für überflüssig, anderer Versuche, die kein sicheres Resultat gegeben haben, wie z. B. mit buttersaurem Ammoniak, baldriansaurem Ammoniak, Glycocoll, Acetanilid, Tannin, Salicin besonders zu erwähnen. Wenn Pilzbildung ausbleibt, so ist ja immer die Frage, ob die angewendeten Verbindungen ernährungsuntüchtig sind oder ob in anderen Verhältnissen die Ursache zu suchen ist. Tritt nur spärliche Vegetation auf, so können die angewendeten Verbindungen schwer assimilirbar, oder die Ernährung kann durch verunreinigende Stoffe bewirkt sein. — Ebenso spreche ich nicht von allen anderen Versuchen, wo das Resultat selbstverständlich ist, wo z. B. Zucker- oder Glycerinlösungen mit den verschiedensten stickstoffhaltigen Verbindungen als Nahrung dienten.

---

Wie bereits erwähnt wurde, habe ich in der bisherigen Aufzählung nur diejenigen Versuche berücksichtigt, bei denen der Luftzutritt gestattet war. Wird die Nährflüssigkeit unter Luftabschluss gehalten, so besteht, wie ich dies in der „Theorie der Gärung" angegeben, ausser der Assimilationsfähigkeit der organischen Verbindungen noch die fernere Bedingung für das Wachsthum der Pilzzellen, dass dieselben eine Gärthätigkeit von einem bestimmten Intensitätsgrad ausüben. Die Ernährung und Vermehrung der Pilze unterbleibt vollständig, wenn das Gärvermögen jenen Grad nicht erreicht, und ist um so lebhafter, je mehr es ihn überschreitet.

Die meisten Versuche, die ich über die Einwirkung des freien Sauerstoffs angestellt habe, betreffen die Spaltpilze. Bei diesen sind die Verhältnisse, wegen der verschiedenartigen Gärungen, die sie verursachen können, sehr

mannigfaltig und verwickelt. Um dennoch hier eine Vorstellung zu geben, wie die Assimilationstüchtigkeit der Pilze durch die Gärthätigkeit beeinflusst wird, will ich kurz die Ergebnisse der weniger zahlreichen Versuche mit Sprosspilzen mittheilen, bei denen sich die Sache, da sie nur Zucker zu vergären vermögen, viel einfacher gestaltet. Zur übersichtlicheren Darstellung fasse ich ganze Gruppen von Versuchen unter Nummern zusammen. Ich bemerke dazu, dass die Versuche zu verschiedenen Zeiten (in den Jahren 1868 bis 1876) und mit verschiedenen Nebenabsichten angestellt wurden. Daraus erklärt sich, dass die Mengenverhältnisse der angewendeten Nährstoffe oft ungleich ausfielen, was unerklärlich wäre, wenn sie mit Rücksicht auf einander angeordnet worden wären. Der Luftabschluss wurde immer durch Quecksilber bewirkt.

**38.** Es ist bekannt, dass der Traubenmost ohne Zutritt von Luft vergären kann. Richtig angestellte Versuche zeigen nun, dass die Gärung in dem nämlichen Most um so rascher eintritt, je länger derselbe vor dem Abschluss die Einwirkung der Luft erfahren hat und ebenso, je grösser bei gleicher Lufteinwirkung die Zahl der darin enthaltenen Keime ist, — dass es aber für die Menge der sich bildenden Hefe ohne Belang ist, ob der Traubensaft mit der Luft gar nicht in Berührung kommt, indem er unter Quecksilber ausgepresst wird, oder ob er bloss einige Minuten, einige Stunden oder 1½ Tage mit der Luft in Berührung war, ob die Gläser, in die er gefüllt wird, ausgekocht und von der verdichteten Luftschicht an ihrer Oberfläche befreit waren oder nicht, ob bloss klarer Traubensaft benutzt oder ob demselben eine beliebige Menge Traubenfleisch mit oder ohne Schalen beigemengt wird (die Zugabe von Traubenschalen beschleunigt die Hefenbildung, weil dieselben eine grössere Menge von Keimen in die Flüssigkeit bringen). Der nämliche Traubenmost, der bei

Zutritt von Luft in 20 bis 30 Tagen vergärt, bedarf dazu unter Abschluss von Luft 4 bis 7 Monate; — und von dem nämlichen Most bedürfen beispielsweise diejenigen Partieen, die sogleich nach dem Auspressen luftdicht abgeschlossen wurden, 15 bis 20 Wochen, diejenigen Partieen dagegen, die vor dem Luftabschluss während 18 Stunden in flachen Tellern der Lufteinwirkung ausgesetzt waren, 6 bis 9 Wochen zur vollständigen Vergärung.

Wenn man dem Traubenmost Zucker, Glycerin, Weingeist, ein Salz oder eine Säure zusetzt, so verläuft bei Luftzutritt die Gärung um so langsamer, je grösser der Zusatz ist; es vergärt auch nicht mehr aller Zucker und bei einer bestimmten Zusatzmenge tritt überhaupt keine Gärung mehr ein, während die Hefe sich zwar noch, aber sehr langsam und nur an der Oberfläche, wo sie in Berührung mit Luft ist, vermehrt. Bei Luftabschluss beobachtet man die gleichen Folgen schon bei viel geringeren Zusatzmengen, mit dem Unterschied jedoch, dass eine Vermehrung der Hefenzellen ohne Gärung nicht stattfindet, und dass somit die gleiche Zusatzmenge die Gärwirkung und die Assimilation aufhebt.

**39.** Gekochter Traubenmost, dem man geringste Mengen von Hefe zusetzt, verhält sich ganz wie der unveränderte. Die Versuche mit demselben gewähren den Vortheil, dass man bei hinreichender Vorsicht eine grössere Gewissheit erlangt, es beginne die Vegetation in mehreren zu vergleichenden Gläsern mit Hefezellen von ungefähr gleicher Zahl und Beschaffenheit.

**40.** Kalte Auszüge oder Abkochungen von getrockneten Weinbeeren (Rosinen) verhalten sich nicht anders als Traubenmost mit der einzigen Ausnahme, dass der Zucker gegenüber den stickstoffhaltigen Nährstoffen in grösserem und daher weniger günstigem Verhältniss vorhanden ist. Werden die Rosinen wiederholt gekocht und fügt man dem

nicht mehr süss, sondern bloss etwas herb schmeckenden Kochwasser Zucker und Säure (Wein- oder Citronensäure) bei, so ernährt dasselbe bei Abschluss der Luft die Hefenzellen ähnlich wie Traubenmost.

**41.** Abkochungen von Pflanzentheilen, die mehr oder weniger Zucker enthalten (Mohrrüben, Kartoffeln). Bei Luftabschluss findet Vermehrung der Sprosshefe statt, sicherer, wenn bis 1 Prozent Wein- oder Citronensäure zugesetzt wird (wegen des Ausschlusses der Spaltpilze), aber lebhafter ohne Säurezusatz.

**42.** Malzauszug verhält sich wie Nr. 41.

**43.** Abkochung von Bierhefe oder kalter Auszug derselben, mit Zusatz von 0,5 bis 1 Proz. Citronensäure oder 0,4 bis 0,6 Proz. Phosphorsäure ($P_2O_5$) ernährt die Sprosshefe bei Zutritt von Luft; aber bei Abschluss derselben wird entweder gar keine oder nur eine minimale Menge von Zellen gebildet, Letzteres ohne Zweifel in Folge der äusserst geringen Menge von Zucker, die das Hefenwasser enthält.

Wird der Hefenabsud (welcher 1 Proz. feste Substanz enthält) mit 1 Proz. Glycerin oder 1 Proz. Mannit und überdem (zur Verhinderung der Spaltpilzbildung) mit 0,4 Proz. Phosphorsäure versetzt, so ist der Erfolg ganz derselbe, nämlich reichliche Hefenbildung mit Sauerstoff, und so gut wie keine Hefenbildung, wenn die Luft ausgeschlossen ist.

Erhält dagegen der Hefenabsud einen Zusatz von 1 bis 10 Proz. Zucker [8]) und von 0,4 bis 1 Proz. Citronensäure oder 0,4 Proz. Phosphorsäure, so vermehrt sich die Sprosshefe ohne freien Sauerstoff und vergärt den Zucker fast vollständig.

---

8) Der hier sowie bei den folgenden Versuchen zugesetzte Zucker war Rohrzucker.

44. Fleischextractlösung verhält sich wie Hefenwasser, nur dass wegen vollständigen Mangels an Zucker auch die minimale Hefenbildung ausbleibt, wenn keine Luft zutritt oder kein Zucker zugesetzt wird, wie sich aus folgenden Versuchen, die je mehrfach angestellt wurden, ergiebt.

a) Wasser mit 1 Proz. Liebig'schem Fleischextract, ohne Luft. — Keine Sprosshefenbildung.

b) 1 proz. Fleischextractlösung mit 0,4 bis 0,6 Proz. Citronensäure mit Luft. — Reichliche Sprosshefe.

c) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

d) Fleischextract 1 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,1 bis 6,2 Proz., mit Luft. — Hefe.

e) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

f) Fleischextract 1 Proz., Glycerin 4,5 oder 9 Proz., mit Luft. — Sprosshefe, die aber leicht von Spaltpilzen verdrängt wird.

g) Fleischextract 1 Proz., Glycerin 4,5 oder 9 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., mit Luft. — Reichliche Sprosshefe.

h) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

i) Fleischextract 0,5 Proz., Glycerin 4 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 1 Proz., mit Luft. — Reichliche Hefe.

k) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

l) Fleischextract 0,5 Proz., Zucker 4,5 Proz., oder Beides verdoppelt, ohne Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe, wenn dieselbe nicht von Spaltpilzen verdrängt wird, und zwar zeigte sich die weniger concentrirte Lösung unter übrigens gleichen Umständen günstiger für die Sprosshefe.

m) Fleischextract 0,33 bis 1 Proz., Zucker 9 bis 13 Proz., Citronensäure 0,4 bis 0,8 Proz., ohne Luft. -- Sehr reichliche Sprosshefe ohne Spaltpilze. Bei 2 Versuchen mit 0,33 Proz. Fleischextract, 13 Proz. Zucker und 0,7 Proz. Citronensäure fand vollständige weingeistige Vergärung statt. Bei 2 Versuchen mit 2 Proz. Fleischextract,

9 Proz. Zucker und 0,3 Proz. Citronensäure fand neben der geistigen Gärung etwas Spaltpilzbildung und Milchsäuregärung statt. Bei 3 Versuchen mit 1 Proz. Fleischextract, 20 Proz. Zucker und 0,8 Proz. Citronensäure trat nur geringe Vermehrung der Sprosshefenzellen und fast keine Alkoholbildung ein.

n) Fleischextract 0,4 bis 0,6 Proz., Zucker 9 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,3 bis 0,5 Proz., ohne Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe ohne Spaltpilze.

o) Fleischextract 0,5 Proz., Zucker 9 Proz., Weingeist (absolut.) 4,2 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe, die aber nicht allen Zucker zu vergären vermag.

p) Fleischextract 0,4 Proz., Zucker 9 Proz., schwefelsaures Chinin 0,012 oder 0,0225 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe.

q) Fleischextract 0,5 Proz., Zucker 9 Proz., Alkohol (absolut.) 2 Proz., schwefelsaures Chinin 0,0066 Proz., ohne Luft. — Ziemlich viel Sprosshefe mit einer noch grösseren Menge von Spaltpilzen.

r) Fleischextract 0,5 Proz., Mannit 4,5 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz., mit Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe.

s) Fleischextract 1 Proz., Mannit 1 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe und Spaltpilze. Da der Mannit bei Ausschluss von Luft sonst nicht den Zucker ersetzen und die Sprosspilze ernähren kann, so hat ohne Zweifel bei diesem Versuch eine Umwandlung des Mannits in eine Glycoseform durch die Spaltpilze stattgefunden. Eine solche Umwandlung ist ja auch bereits früher von Berthelot nachgewiesen worden, und für den vorliegenden Versuch wird sie durch die beobachtete Entwicklung von Wasserstoffgas sehr nahe gelegt.

t) Fleischextract 1 Proz., Salicin 0,3 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., ohne Luft. — Sprosshefe mit einer noch

grösseren Menge von Spaltpilzen, welche wahrscheinlich die Zuckerbildung aus dem Salicin bewirkten.

u) Fleischextract 1 Proz., Amygdalin 0,3 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe, dabei Spaltpilze, denen wohl die Zuckerbildung aus dem Amygdalin zuzuschreiben ist.

45. Fleischauszug (aus gehacktem Fleisch mit der doppelten Menge destillirten Wassers, dem auf 125 ccm 1 Tropfen concentrirte Salzsäure und 0,6 g Kochsalz zugesetzt war, während 6 Stunden bei Zimmertemperatur bereitet) verhält sich ganz wie Fleischextract. Mit 0,2 bis 0,5 Proz. Phosphorsäure versetzt, ernährt derselbe bei Ausschluss der Luft wohl noch spärlich die Spaltpilze, aber nicht die Sprosshefenzellen.

46. Harn ernährt bei Luftabschluss die Sprosspilze nicht, man mag ihn mit Säure versetzen oder nicht. Bei Luftzutritt vermag er ziemlich reichliche Sprosshefe zu bilden, wenn man ihm zur Abhaltung der Spaltpilze 0,5 bis 1 Proz. Weinsäure oder Citronensäure zufügt. — Bei Zusatz von Glycerin (4,5 bis 9 Proz.) vermehren sich die Sprosspilze, wenn die Luft abgehalten wird, ebenfalls nicht; dagegen begünstigt das Glycerin ihre Vermehrung bei Luftzutritt sehr beträchtlich.

Wird der Harn mit Zucker (9 Proz.) und Säure (0,5 oder 1 Proz. Citronensäure) versetzt, so findet bei Luftabschluss reichliche Sprosshefenbildung, dann aber auch Spaltpilzbildung statt, was wohl so zu erklären ist, dass der Harnstoff in kohlensaures Ammoniak übergeht, wodurch die Säure neutralisirt wird. — Enthält der Harn 9 Proz. Zucker und 4,5 Proz. Alkohol (absolut.), so bleibt bei Abschluss von Luft die Vermehrung der Spross- und Spaltpilze aus; während bei Luftzutritt zuerst die Spaltpilze sich vermehren und Milchsäure erzeugen, worauf die Sprosspilze zu wachsen beginnen.

**47.** Eiweiss und Eigelb von Hühnereiern mit oder ohne Säurezusatz kann bei Ausschluss von Luft die Sprosspilze nicht ernähren, wohl aber die Spaltpilze. Eine Nährlösung enthielt beispielsweise 33 Proz. Eiweiss oder Eigelb und 1 Proz. Citronensäure; in andern waren die Mengen von Eiweiss und Eigelb geringer.

**48.** Blutalbumin (4 Proz.) und Phosphorsäure (0,5 Proz.) mit etwas neutralisirter Erbsenasche ernähren die Sprosshefenzellen nicht, wenn die Luft abgehalten wird, — wohl aber bei Zutritt derselben.

**49.** Asparagin 1 Proz., Phosphorsäure ($P_2 O_5$) 0,3 Proz., Hefenasche, ohne Luft. — Keine Sprosshefe.

b) Ebenso mit Luft. — Mässige Sprosshefenbildung.

**50.** Harnstoff 1 Proz., Citronensäure 2 Proz., mit Phosphorsäure neutralisirte Erbsenasche, ohne Luft. — Keine Sprosshefe.

b) Ebenso, mit Luft. — Mässige Sprosshefenbildung.

c) Harnstoff 1 Proz., Glycerin (von 1,2 spezif. Gew.) 9 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz., neutralisirte Erbsenasche, ohne Luft. — Keine Sprosshefe.

d) Ebenso, mit Luft. — Reichliche Sprosspilze und Spaltpilze.

e) Harnstoff 1 Proz., Zucker 9 Proz., Phosphorsäure ($P_2O_5$) 0,2 Proz., neutralisirte Erbsenasche, ohne Luft. — Reichliche Sprosspilze und Spaltpilze.

**51.** Ammoniaksalze (z. B. der Weinsäure, Essigsäure) allein vermögen, wiewohl ziemlich kümmerlich, die Sprosspilze bei Zutritt von Luft zu ernähren, zu welchem Zwecke die Spaltpilze durch freie Säure und die Schimmelpilze durch Reinkultur auszuschliessen sind. Bei Abhaltung der Luft findet keine Ernährung statt.

Wenn die Nährlösung ausser dem Ammoniaksalz noch Glycerin enthält, so ist der Erfolg bezüglich der Sprosspilze der nämliche, nur dass das Wachsthum unter dem

Einfluss des freien Sauerstoffs viel lebhafter wird, während es ohne denselben gleichfalls ausbleibt.

Aeusserst lebhaft ist das Wachsthum der Sprosspilze, wenn statt des Glycerins sich Zucker in der Flüssigkeit befindet und wenn reichlicher Sauerstoff zutritt. Doch wird bei dieser Nahrung die Hefe geschwächt und stirbt zuletzt ab. Enthält beispielsweise die Nährlösung 9 Proz. Zucker, 1 oder 0,5 Proz. neutrales weinsaures Ammoniak und etwas mit Phosphorsäure neutralisirte Erbsen- oder Hefenasche, und wird diese Lösung je nach 2 Tagen erneuert, so kann während der ersten 4 Tage die Hefe sich auf das 4 fache Gewicht vermehren, wenn die Trockensubstanz der jedes Mal zur Aussaat benutzten Hefenmenge 3 bis 4 Proz. der Nährflüssigkeit ausmacht. Aber das Wachsthum ist am Ende dieser kurzen Zeit schon viel träger geworden und es hört bei Fortsetzung des Versuches bald ganz auf, wobei die Spaltpilze die Oberhand gewinnen. Durch Erhöhung der Temperatur auf Brütwärme, durch reichliche Luftzufuhr, durch Zusatz einer grösseren Menge von Kaliphosphat und durch Anwendung von Nährsalzen statt der Asche wird zwar die Vegetation im Allgemeinen sehr befördert und durch etwas Säure werden die Sprosspilze gegenüber den Spaltpilzen begünstigt. Doch erleiden selbst unter den allergünstigsten Bedingungen die Sprosspilze, die den Stickstoff bloss in Form von Ammoniak erhalten, eine zunehmende Schwächung und gehen ihrem sicheren Untergang entgegen. Es lässt sich das Gewicht der Bierhefe mit Zucker und weinsaurem Ammoniak unter Durchleitung von Luft im Brütkasten während 64 Stunden auf das 12fache vermehren. Aber die Hefezellen sind dann viel fettreicher und stickstoffärmer geworden und sie sind in ihrer Lebensenergie geschwächt, indem sie an Gärtüchtigkeit eingebüsst haben und viel leichter der Concurrenz der Spaltpilze erliegen (vgl. auch Nr. 52, 53).

Wird der Zutritt der Luft verhindert, so vermögen Ammoniaksalze mit Zucker die Sprosspilze zwar noch durch viele Generationen zu ernähren, aber die Vermehrung ist jetzt eine viel geringere und hört in Folge von Erschöpfung nach viel weniger Generationen auf als bei Zutritt von Sauerstoff.

Das Gesagte gilt für alle Ammoniaksalze, wobei indessen zu bemerken ist, dass wenn dieselben für sich allein die Sprosspilze ernähren sollen, das weinsaure, citronensaure, bernsteinsaure Salz günstiger wirkt als das essigsaure, und dieses günstiger als das salicylsaure und benzoësaure Ammoniak. Befindet sich aber Glycerin oder Zucker in der Nährflüssigkeit, so verhalten sich die verschiedenen Ammoniaksalze fast gleich, insoferne sie nicht antiseptisch wirken; auch das salpetersaure Ammoniak giebt keine ungünstigeren Resultate als die übrigen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass bei Abschluss von Luft die Sprosspilze (wie alle Pilze) viel empfindlicher sind und daher ein allfälliger Säurezusatz sehr vorsichtig zu bemessen ist. So erweisen sich beispielsweise 0,8 Proz. Citronensäure in einer 9 proz. Zuckerlösung, welche 0,5 Proz. neutr. citronensaures Ammoniak und etwas Hefenasche enthält, entschieden als zu viel. Die Vermehrung der Sprosshefenzellen ist in diesem Falle äusserst träge; sie dauerte in mehreren Versuchen nach 2 Jahren noch fort; es hatte sich in dieser langen Zeit äusserst wenig Hefe gebildet und es war fast kein Zucker durch Gärung verschwunden. — Schädlicher als Citronensäure und Weinsäure wirken freie Essigsäure und freie Salpetersäure. Gänzlicher Mangel an freier Säure gewährt zwar die günstigsten Bedingungen für das Wachsthum der Sprosspilze, aber auch die grösste Gefahr, dass sie durch die Spaltpilze verdrängt werden.

---

Die nachfolgenden Versuche sind von Dr. O. Löw ausgeführt und beschrieben worden.

**52.** Ernährung der Sprosshefe durch weinsaures Ammoniak und Zucker unter dem Einfluss von Luft und Wärme (Oct. 1877).

Es ist eine seit lange gemachte Erfahrung, dass Luftzutritt und mässige Erwärmung das Wachsthum der Sprosshefe begünstigen, allein über den relativen Einfluss dieser Factoren sind noch keine näheren quantitativen Angaben bekannt und wurden desshalb folgende Versuche angestellt:

Vier Flaschen a, b, c, d, erhielten gleiche Mengen Bierhefe, nämlich je 2,652 g Trockensubstanz entsprechend, und je einen Liter Nährflüssigkeit von folgender Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Zucker[9]) . . . . | 10 | Prozent |
| Ammontartrat . . | 0,5 | „ |
| Dikaliumphosphat . | 0,035 | „ |
| Magnesiumsulfat . | 0,006 | „ |
| Calciumchlorid . . | 0,0015 | „ |
| Ammonsulfat . . . | 0,0061 | „ |

Die Flaschen a und c wurden in den Brütkasten (28—32° C) gestellt, b und d hatten Zimmertemperatur (15—19°); mit continuirlichem Luftstrom wurden a und b behandelt.

Nachdem so viel Zucker verschwunden war, dass man einen süssen Geschmack kaum mehr wahrnehmen konnte, wurde die überstehende Flüssigkeit von der Hefe abgegossen und neue Nährlösung zur Hefe gegeben. Aus der abgegossenen Flüssigkeit setzte sich nach längerem Stehen an einem kühlen Orte stets noch etwas Hefe ab, welche dann in die betreffenden Flaschen zurückgegeben wurde.

9) Unter Zucker ist hier stets der Colonialzucker des Handels zu verstehen.

Mit der fortschreitenden Gärung trat eine zunehmende saure Reaction [10]) auf, welche durch titrirte Ammoniakflüssigkeit neutralisirt wurde, um dem Hefenwachsthum keine ungünstigen Bedingungen erwachsen zu lassen. Bei a und c, also da wo höhere Temperatur einwirkte, erwies sich die Säurebildung am stärksten.

Am 10. Tage wurden die Versuche unterbrochen, die Ernten gewaschen und in Cylindergläschen absetzen lassen, um das Volum mit dem Gewichte vergleichen zu können, dann 1/10 zur Trockensubstanzbestimmung verwendet.

Das Resultat war folgendes:

| | Verbrauchte Liter Nährlösung | Erntegewicht | Erntevolum in cc | Ernte, im Vielfachen der Aussaat | Gewicht eines cc Hefe, nach dem Trocknen | Verbrauchte Menge Ammoniak |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 7 | 7,72 g | 43,7 | 2,91 | 0,176 g | 6,32 g |
| b | 4 | 6,04 | 36,7 | 2,27 | 0,164 | 3,75 |
| c | 6 | 4,29 | 26,5 | 1,62 | 0,162 | 5,81 |
| d | 5 | 2,81 | 18,1 | 1,06 | 0,155 | 4,20 |

Gleichzeitiger Einfluss von Luft und Wärme begünstigte also in dem verhältnissmässig kurze Zeit dauernden Versuche das Resultat ungemein; denn in a wurde nicht nur das grösste Erntegewicht, sondern auch die bestgenährte Hefe erhalten, was aus dem Vergleich der specifischen Gewichte sich ergiebt.

Aus dem Resultat bei d ergiebt sich aber, dass die angewandte Nährlösung bei mangelhaftem Luftzutritt und gewöhnlicher Temperatur keine günstige Ernährung herbeiführte.

---

10) Auf eintretender Milchsäuregährung beruhend.

Die Stickstoffbestimmungen in den Ernten ergaben folgendes Resultat:

| | Absolute Menge Stickstoff: | Stickstoff in Prozenten: |
|---|---|---|
| a | 0,529 | 6,85 |
| b | 0,347 | 6,18 |
| c | 0,299 | 6,97 |
| d | 0,197 | 7,03 |
| Aussaat | 0,238 | 9,00 |

Es geht daraus hervor, dass während bei gleichzeitiger Anwendung von Luft und Wärme die Eiweisssubstanzen um mehr als das Doppelte zunahmen, bei Abwesenheit dieser Factoren sogar eine Verminderung (durch Ausscheidung) eintrat. —

**53.** (März 1879). Bei einem andern Versuche mit Bierhefe wurde bei gleichem Zuckergehalt der Lösung die Menge des Ammontartrats auf 1 Prozent, und die des Dikaliumphosphats ebenfalls auf 1 Prozent erhöht; die Menge des Magnesiumsulfats betrug 0,01 Prozent, des Chlorcalciums: 0,0025 Prozent. Ammonsulfat wurde weggelassen. Das Gewicht der Trockensubstanz der angewandten Hefe [11]) betrug = 0,769 g; die angewandte Nährlösung anfangs 200 cc; sie wurde 3 mal erneuert und das letzte Mal auf 400 cc erhöht. Da es sich hier nur darum handelte, den Einfluss eines constanten Luftstroms näher zu bemessen, so wurden die Flaschen keiner höheren Temperatur ausgesetzt; es ergab sich nun für die Ernte

bei constant durchgeleitetem Luftstrom: 2,093 g
ohne Luftstrom: 1,478 g;

im ersten Falle also das 2,72 fache, im letzten nur das 1,92 fache der Aussaat.

11) Sie wurde unmittelbar nach Entnahme aus dem Bier-Gärbottig verwendet, nachdem sie einmal mit Wasser gewaschen war.

54 (März 1879). Vergleichung von Pepton und Ammontartrat bei Ernährung der Sprosshefe. Da Pepton einerseits dem Eiweiss ausserordentlich nahe steht [12]), andererseits im Gegensatz zu letztrem in einem gewissen Grad der Diosmose fähig ist, so lag es nahe zu vermuthen, dass es in Verbindung mit dem Cellulose liefernden Zucker die beste Nährmischung für Pilze abgeben müsse. In der That haben schon unsre Versuche mit Schimmel dieses Resultat voraussehen lassen (vgl. Mittheilung vom 3. Mai).

Die beiden Nährlösungen enthielten a) 1 Proz Ammontartrat, b) 1 Proz. Pepton; im Uebrigen war die Zusammensetzung wie die soeben beschriebene (auf 100 Wasser, 10 Zucker, 1 Dikaliumphosphat etc.)

Angewandt wurde eine 0,773 g Trockensubstanz entsprechende Hefemenge [13]) und 200 cc Nährlösung, welch' letztre nach erfolgter Vergärung erneuert und auf 400 cc erhöht wurde. Die Temperatur des Gärraumes betrug 30 bis 32° C; ein Luftstrom wurde nicht durchgeleitet. Das Erntegewicht betrug

bei a = 0,966 g; Zunahme = 0,193 g = 24,97 Proz.,
bei b = 1,611 g; „ = 0,838 g = 108,42 „

Die Zunahme ist also bei Peptonnahrung unter den gegebenen Umständen mehr als viermal so gross als bei Ammontartrat.

Es ist möglich, dass die Behandlung mit einem continuirlichen Luftstrom dieses Resultat im günstigen Sinne für Ammontartrat verändern würde. Ein Versuch in dieser Richtung musste wegen übermässiger Schaumbildung bei der Peptonnährlösung und des in Folge dessen eintretenden Verlustes unterbrochen werden. Ein weiterer Versuch,

---

12) Nach den neueren Untersuchungen von Maly ist es als depolymerisirtes Eiweiss zu betrachten.

13) Diese Bierhefe wurde nach zweitägigem Stehen an einem kühlen Orte verwendet.

wobei beide Nährlösungen im Brütkasten standen und nur die mit Ammontartrat mit einem Luftstrom behandelt wurde, ergab bei letztrer eine mehr als doppelt so hohe Ernte als bei der Peptonlösung. Doch lässt sich hieraus wegen der ungleichen Behandlungsweise kein Schluss ziehen.

**55. Vergleich der Stickstoffernährung mit Ammoniak und Salpetersäure bei Sprosshefe (December 1877).** Der Umstand, dass sowohl Schimmel- als Spaltpilze den Stickstoff aus der Salpetersäure zu assimiliren vermögen, die Sprosspilze aber hiezu unfähig sind, bildet eine zu auffallende Thatsache, als dass man sich nicht nochmals davon hätte überzeugen wollen. Die folgenden Versuche bestätigen diese Beobachtung vollständig.

Vier Flaschen wurden mit je 0,732 g Trockensubstanz entsprechender Menge Hefe [14]) und einer 9 prozentigen Zuckerlösung, deren Volum anfangs 200 cc betrug und mit der Hefezunahme auf 400, zuletzt auf 800 cc erhöht wurde, beschickt. Die Gärtemperatur betrug von 25—30°. Von den Nährsalzen wurde auf 100 Wasser: 0,035 Dikaliumphosphat, 0,006 Magnesiumsulfat und 0,0015 Calciumchlorid angewandt.

Die Flasche a erhielt nun 0,47 Prozent Ammontartrat und 0,005 Proz. Ammonsulfat.

Die Flasche b diente zum Controllversuch und mangelte hier jede Stickstoffquelle.

Bei c wurde als N-quelle eine dem Ammontartrat aequivalente Menge Natronsalpeter, und bei d Calciumnitrat zugefügt.

Bei a verlief die Gärung am schnellsten und da stets die Erneuerung der Nährlösung nach fast vollendeter Gärung stattfand, so kam es, dass schliesslich, bei Beendigung

14) Diese Hefe enthielt nach dem Trocknen bei 100° 9,29 Prozent N und 4,77 Prozent Asche.

des Versuches, nach 10 Tagen, a 2400 cc, b, c und d aber nur 1200 cc Nährlösung verbraucht hatten.

Das Erntegewicht betrug bei:

| | Zunahme: |
|---|---|
| a = 2,836 g . . . . . | 2,104 g |
| b = 0,856 . . . . . | 0,124 |
| c = 0,880 . . . . . | 0,148 |
| d = 0,970 . . . . . | 0,238 |

Die Stickstoff- und Aschebestimmungen gaben folgende Werthe:

| | a | b | c | d | Ursprüngliche Hefe |
|---|---|---|---|---|---|
| Asche in Proz. | 4,94 | 4,14 | 6,66 | 5,84 | 4,77 |
| Stickstoff in Proz. | 7.09 | 4,09 | 4,92 | 5,23 | 9,29 |
| Absolute Menge Stickstoff in g | 0,2011 | 0,0348 | 0,0377 | 0,0516 | 0,0680 |

Es geht also hieraus deutlich hervor, dass die geringe Gewichtsvermehrung bei b, c und d lediglich die Cellulose betraf, und eine Zunahme an Eiweisskörpern nur bei a, wo der Stickstoff in Form von Ammoniak dargeboten wurde, stattfand.

**56.** (Sommer 1879). Ein ähnlicher Versuch, bei welchem ausser der Temperatur des Brütkastens noch ein continuirlicher Luftstrom angewendet wurde, lieferte kein günstigeres Resultat.

Der Zuckergehalt der Nährlösung betrug 10 Prozent, die Menge des Dikaliumphosphats 1 Prozent, die angewandte Hefemenge = 1,280 g (Trockensubstanz), und die Nährlösung = 200 cc, welche 5 mal erneuert wurde. Es ergab sich bei a ohne jeden Zusatz eines N-haltigen Körpers als Ernte: 2,493 g; bei b mit Zusatz von 1 Prozent $NO_3K$:

2,368 g. Der Zusatz von Salpeter hatte also kein bessres Resultat herbeigeführt als Zucker allein und die erhaltene Vermehrung ist hier wohl fast ausschliesslich auf Kosten der Cellulosebildung zu setzen; da aber auch der reinste Zucker des Handels noch immer sehr geringe Mengen N-haltiger Materien enthält, so können diese wohl unter sonst günstigen Umständen bei der Hefe Verwendung finden und bei der Vermehrung mitgewirkt haben.

**57. Assimilation der Salpetersäure durch Spaltpilze** (Sommer 1879). Während Nitrate durch Sprosshefe nicht verändert werden, erfahren sie durch Spaltpilze bekanntlich verhältnissmässig rasch eine Reduction zu Nitriten und schiesslich zu Ammoniak. Durch folgenden Versuch konnte diese Reduction leicht dargethan werden:

Eine Nährlösung von der Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 200 g |
| Dikaliumtartrat . . | 5 |
| Natriumnitrat . . | 2 |
| $MgSO_4$ . . . . | 0,08 |
| $CaCl_2$ . . . . . | 0,02 |
| $K_2HPO_4$ . . . | 1,0 |

wurde in einen 5—600 cc fassenden Kolben gebracht, dieser mit doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen versehen und von Zeit zu Zeit Luft durch den Kolben gesaugt, welche concentrirte Schwefelsäure passirt hatte. Eine Aussaat von Spaltpilzen wurde nicht gemacht, diese entwickelten sich bald aus den aus der Luft ursprünglich in die Lösung gelangten Keimen und vermehrten sich anfangs ziemlich rasch. Die Reaction wurde bald entschieden alkalisch und schon nach 2 Wochen wurde eine nicht unbeträchtliche Reaction auf salpetrige Säure mit Jodkaliumstärkekleister nach dem Ansäuern erhalten. Nach 8 Wochen wurde die gebildete Pilzmasse abfiltrirt, sie wog 0,113 g.

Allein trotz dieser verhältnissmässig geringen Masse, war doch der grösste Theil des Tartrats zu Carbonat von den Pilzen oxydirt worden, während andrerseits die Salpetersäure theils zu salpetriger Säure, theils zu Ammoniak reducirt worden war, welch' letztres sich als Carbonat in der Flüssigkeit vorfand.

58. Assimilation der Salpetersäure durch Schimmelpilze (Sommer 1879). Salpetersäure wird zwar von den Schimmelpilzen assimilirt und sicherlich also zu Ammoniak hiebei reducirt, doch salpetrige Säure lässt sich als Zwischenprodukt nicht nachweisen. Dieses mag darin begründet sein, dass wir bei Schimmelculturen stets für saure Reaction sorgten, um die Spaltpilzentwicklung zu verhindern; es ist aber auch möglich, dass jedes Molecul des aufgenommenen Nitrats direct in Ammoniak verwandelt wird, ehe das intermediär wahrscheinlich gebildete Nitrit ausgeschieden werden kann.

Gleichzeitig mit dem Versuch mit Natrium-Nitrat wurden Nährlösungen mit Ammonnitrat und Harnstoff angestellt. Die Nährlösung besass folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 400 g |
| Glycerin . . . . | 30 |
| $K_2HPO_4$ . . . . | 0,80 |
| $MgSO_4$ . . . . | 0,06 |
| $CaCl_2$ . . . . . | 0,02 |

Zwei Flaschen, a und b erhielten je 0,8 Prozent Ammonnitrat, a blieb ohne Säurezusatz, b erhielt noch 0,25 Prozent Essigsäure, c erhielt die aequivalente Menge Natriumnitrat, d die aequivalente Menge Harnstoff; c und d wurden wie b mit 0,25 Prozent Essigsäure angesäuert. Bei a entwickelten sich in Folge der mangelnden Ansäuerung bald Spaltpilze, welche das Glycerin in Gärung versetzten, wo-

durch rasch eine saure Reaction auftrat. Letztre hatte nun die Entwicklung einer Schimmelvegetation zur Folge, welche die gebildete Säure oxydirte, in Folge dessen die Reaction schliesslich wieder schwach alkalisch wurde. Salpetersäure war zum Theil jetzt noch als solche vorhanden, salpetrige Säure aber liess sich nicht nachweisen. Die Ernte betrug 0,735 g. Bei b, c und d waren in Folge anfänglicher Ansäuerung keine Spaltpilze aufgetreten, die anfangs zugesetzte Essigsäure war fast völlig oxydirt worden, die Reaction der Lösungen nur noch sehr schwach sauer. Der Schimmel entwickelte sich zuerst am lebhaftesten auf c, später bei d. Der oberflächlichen Ausbreitung nach schien bei a die Schimmeldecke am bedeutendsten. Bei b war die Sporenbildung am stärksten. Die Ernten betrugen bei:

b = 1,655 g
c = 1,770
d = 3,519

59. Verhalten von Methylamin und Aethylamin mit und ohne Zucker (Mai 1879). Da bei einem früheren Versuche, bei welchem eine Nährlösung von salzsaurem Methylamin 2 Jahre sich überlassen worden war (Versuch 35) Spaltpilze ernährt hatte, so wurde der Versuch mit Methylamin und Aethylamin bei Schimmelpilzen wiederholt: Hiezu dienten folgende Nährlösungen:

| a | | b |
|---|---|---|
| Wasser . . . . | 200 | Erhielt statt Methylamin Aethylamin. |
| Salzsaures Methylamin | 2,5 | |
| Dikaliumphosphat . | 0,25 | |
| $MgSO_4$ . . . . | 0,08 | |
| $CaCl_2$ . . . . | 0,02 | |
| Phosphorsäure . . | 1,25 | |

Die ausgesäten Sporen trieben kurze Fäden und starben dann ab. Als man sich nach mehreren Wochen für über-

zeugt halten konnte, dass auf dieser Nährlösung keine Pilz-Entwicklung möglich sei, wurden zu a noch 12 g Zucker gesetzt, worauf eine äusserst energische Schimmelentwicklung erfolgte; die Ernte betrug nach 41 Tagen 3,230 g (bei 100° getrocknet).

Was b betrifft, so wurde diese Lösung in 2 Hälften getheilt und die eine mit Kali neutralisirt und mit Spaltpilzen inficirt; aber nach mehreren Wochen zeigte sich hier keine Entwicklung.[15]) Die andre Hälfte wurde nach dem Neutralisiren mit 5 g Zucker versetzt, worauf eine lebhafte Spaltpilzvegetation eintrat.

Der Stickstoff substituirter Ammoniake kann also von Schimmel- und Spaltpilzen leicht assimilirt werden; ja ein Vergleich ergab, dass salzsaures Methylamin mit Zucker ein besseres Resultat lieferte als Salmiak mit Zucker. Sprosshefe scheint sich auch hier wieder abweichend zu verhalten; denn in einem Versuch verhielten sich die Zunahmen bei salzsaurem Aethylamin und Salmiak nahezu wie 1:2; bei ersterem traten auffallend rasch Spaltpilze auf.

**60.** Verhalten des Propylamins (Juni 1879). Nach den Versuchen mit Methyl- und Aethylamin erschien es von Interesse, noch das nächst höhere Glied betreffs der C- und N-Assimilirbarkeit durch Pilze zu versuchen. Es wurden desshalb aus den salzsauren Verbindungen dieser 3 Basen Nährlösungen hergestellt und diese diesmal im Brütkasten[16]) bei 30—32° längere Zeit stehen lassen. Die Zusammensetzung war:

---

15) Ein Kontrollversuch, bei welchem Methylamin und Aethylamin weggelassen wurden, gab in der nämlichen Zeit eine Schimmelernte von 0,0018 g, also nur den 1800 ten Theil.

16) Bei gewöhnlicher Temperatur zeigte auch nach mehreren Wochen die Propylamin-Nährlösung keine Pilz-Entwicklung.

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 200 g |
| Salzsaure Base . . | 2,0 |
| Dikaliumphosphat . | 0,5 |
| $MgSO_4$ . . . . | 0,04 |
| $CaCl_2$ . . . . | 0,01 |

Methyl- und Aethylamin-Nährlösung blieben diesmal wieder ohne Pilz-Entwicklung, bei Propylamin aber bildete sich langsam eine Vegetation von röthlich gefärbten Spaltpilzen. Es können letztre also aus Propylamin nicht nur ihren Bedarf an N, sondern auch den an C decken; wenn unter sonst gleichen Umständen bei Methyl- und Aethylamin dieses nicht der Fall ist.

**61.** Ernährung durch Trimethylamin und Zucker (Sommer 1879). Da Trimethylamin und Triaethylamin bei Abwesenheit irgend einer andern Kohlenstoffquelle für Spaltpilze ebensowenig günstig sich erwiesen [17]), als Methyl- und Aethylamin, so wurde ein Gemenge von Trimethylaminsalz und Zucker versucht, um zu sehen, ob wenigstens der Stickstoff dieser tertiären Base zur Assimilation dienen könne. Die Nährlösung besass folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . . . | 100 g |
| Essigsaures Trimethylamin | 0,5 |
| Zucker . . . . . . | 5,0 |
| Dikaliumphosphat . . . | 0,2 |
| Magnesiumsulfat . . . | 0,02 |
| Calciumchlorid . . . | 0,002 |

Diese Lösung (a) wurde mit Spaltpilzen inficirt, während eine zweite (b), ganz gleich zusammengesetzte noch 1 Proz. Phosphorsäure erhielt und mit Schimmelsporen besät wurde. Gleichzeitig wurden hiezu 2 Kontrollflaschen ohne Trimethylaminsalz aufgestellt.

---

17) Diese Nährlösungen enthielten 1 Prozent der salzsauren Basen und die unorganischen Nährsalze, mit Spaltpilzen inficirt entwickelten sie selbst nach längerer Zeit keinerlei Vegetation.

Bei dem Kölbchen a trat bald eine rapide Spaltpilz-Vegetation ein, und in Folge dessen Milchsäurebildung. Letztre hatte, weil nicht neutralisirt, bald einen Stillstand zur Folge, welchen sich nun Schimmelpilze zu Nutze machten. Nach 3 Monaten wurde dieser Schimmelrasen abfiltrirt, er wog bei 100° getrocknet: 1,080 g. In dem Kontrollkölbchen trat anfangs ebenfalls eine wenn auch geringe Spaltpilz- und später Schimmelbildung auf (in Folge des geringen Gehalts des Zuckers an N-haltigen Materien), allein die Totalernte betrug hier nur 0,042 g.

Das Kölbchen b entwickelte von Anfang an Schimmel, ohne Spaltpilze, die Ernte betrug nach 2 Monaten 1,167 g, beim Kontrollversuch nur 0,120 g.

Der Stickstoff kann daher auch assimilirt werden, wenn 3 Atome H im Ammoniak durch Methyl ersetzt sind.

**62.** Verhalten von Ferrocyankalium bezüglich der Stickstoffassimilation (Juni 1878). Da Spalt- und Schimmelpilze ihren Stickstoffbedarf aus Nitraten sowohl als aus Ammoniak und Substitutionsprodukten des letztren decken können, so fragte es sich weiter, wie sie sich in dieser Beziehung gegen Cyan- und Nitroverbindungen verhielten. Bei dem das Cyan betreffenden Versuch diente folgende Nährlösung:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 500 |
| Zucker . . . . | 15 |
| Ferrocyankalium . | 3 |
| Dikaliumphosphat . | 0,50 |
| Magnesiumsulfat . | 0,16 |
| Calciumchlorid . . | 0,04 |

Ausgesäte Schimmelsporen kamen hier nicht zur Entwicklung [18]), dagegen stellte sich bald eine Spaltpilzvegetation

18) Bei Phanerogamen erwies sich Ferrocyankalium als Gift; die Keimlinge (Buchweizen) starben nach Entwicklung der Cotylen bald ab.

und in Folge dessen Milchsäurebildung ein. Allmälig trat ein schwacher Blausäuregeruch auf, das Nesslersche Reagens deutete die Bildung von Ammoniak an, und am Boden zeigte sich ein schwachblau gefärbter Niederschlag. Offenbar hatte die gebildete Milchsäure Ferrocyanwasserstoffsäure in Freiheit gesetzt, welch' letztre leicht zersetzlich ist. Bei rascherer Zersetzung der hiebei auftretenden Blausäure würde eine hinreichende Menge Ameisensäure entstanden sein, die weitere Pilzvegetation ganz aufzuheben.

62,b. Ebensowenig wie Schimmelpilze sich entwickeln konnten, konnte es Sprosshefe. Die Nährlösung war wie folgt zusammengesetzt:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 100 |
| Zucker . . . . | 10 |
| Ferrocyankalium . | 1 |
| Dikaliumphosphat . | 1,0 |
| Magnesiumsulfat . | 0,026 |
| Calciumchlorid . . | 0,006 |

Die gärende Mischung wurde bei 30° mit einem Luftstrom behandelt, allein die Zunahme der Hefe war nur unbedeutend; gleichzeitig hatten sich Spaltpilze gebildet und etwas Berlinerblau abgeschieden. —

**63.** Verhalten von Nitroverbindungen (Juni 1879). Picrinsäure und Nitrobenzoesäure dienten zu diesen Versuchen. Die stark antiseptischen Eigenschaften der ersteren liessen von vorneherein kein sehr günstiges Resultat erwarten. In der That blieb eine $^1/_2$ prozentige Lösung dieser Säure völlig unverändert. Doch da es möglich schien, dass bei günstiger Kohlenstoffquelle wenigstens der Stickstoff der Nitroverbindung Verwendung finden könnte, so wurde eine Nährlösung mit 2,5 Proz. Zucker und 0,2 Proz. Picrinsäure mit Schimmelsporen besät, aber es erfolgte nach 2 Wochen keine Spur von Entwicklung. Erst als diese Nährlösung mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt und die Menge

des Zuckers verdoppelt wurde, stellte sich eine äusserst kümmerliche Vegetation ein, die Ernte betrug nach vier Wochen nur 0,041 g.

Wegen der wenn auch sehr geringen Verunreinigungen des Zuckers war ein Kontrollversuch zu gleicher Zeit angestellt worden, bei dem die Picrinsäure fehlte; die Ernte betrug hier 0,052 g, also mehr als mit der Säure. Indessen trotzdem ist eine Mitwirkung der Picrinsäure wie erscheint nicht abzusprechen; denn im Kontrollversuch fehlten die Sporen fast ganz, während im Hauptversuch sie eine nicht unerhebliche Menge darstellten.

63,b. Bei einem Versuch mit Nitrobenzoesäure wurde eine Lösung von 3 Prozent essigsaurem Natron und 0,2 Prozent nitrobenzoesaurem Natron und den nöthigen Nährsalzen sich selbst überlassen, allein es zeigten sich keine Spaltpilze, nur langsam entwickelte sich etwas Schimmel, dessen Menge nach 6 Wochen kaum 1 cg überschritt. Im Kontrollversuch war allerdings noch viel weniger sichtbar.

Es geht also jedenfalls so viel daraus hervor, dass aromatische Nitrosäuren sehr schlechte Stickstoffquellen für die Pilze darstellen. —

**64.** Verhalten verschiedener anderweitiger Substanzen bei der Ernährung der Pilze.

64,a. Organische Basen, wie Chinin und Strychnin stellen sehr schlechte Nährstoffe für die Pilze dar. So bildeten Nährlösungen von 0,5 Proz. der Sulfate dieser Basen, die mit 0,1 Prozent Phosphorsäure angesäuert worden waren, nach vielen Wochen keine Spur von Schimmel. Erst nachdem nochmals das der Nährlösung gleiche Volum Wasser zugefügt wurde, bildete sich eine Minimalmenge in der Strychninlösung, aber noch immer keine Spur in der Chininlösung. —

64,b. Dass Halogensubstitutionsprodukte der Fettreihe eine schlechte Nahrung für Pilze darstellen würden, liess sich im Voraus vermuthen. Wir haben in dieser Richtung nur einen Versuch mit Chloral gemacht. Eine Nährlösung mit 0,5 Prozent dieses Körpers und 0,25 Ammonsulfat blieb selbst nach langer Zeit ganz unverändert. —

64,c. Von den Alkoholen der Fettreihe wurde der Isobutylalkohol versucht, und eine Nährlösung von:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 300 g |
| Isobutylalkohol . . | 0,5 |
| Ammonphosphat . | 0,25 |
| Magnesiumsulfat . | 0,08 |
| Calciumchlorid . . | 0,02 |
| Dikaliumphosphat . | 0,30 |

mit Schimmel besät. Die nach 8 Monaten abfiltrirte Ernte betrug 0,048 g.

64,d. Von den Hydroxyverbindungen der aromatischen Reihe diente Pyrogallol, Gerbsäure und Chinasäure zu Versuchen.

Eine 1 prozentige Pyrogallol-Lösung (200 cc) gab bei Gegenwart von 0,2 Prozent Ammonsulfat und den nöthigen Nährsalzen eine sich sehr langsam entwickelnde Schimmelvegetation, die verhältnissmässig reich an Sporen war; die nach 6 Wochen abfiltrirte Ernte betrug nach dem Trocknen bei 100° 0,235 g [19]).

Wie Pyrogallussäure verhält sich Gerbsäure, auch sie ernährt den Schimmelpilz in einer Nährlösung mit 0,4 Proz. Gerbsäure und 1 Prozent Ammonphosphat.

64,d. Einen sehr guten Nährstoff giebt die der antiseptischen Benzoesäure so nahestehende Chinasäure ab, denn

19) Die Beobachtung von V. Bovet (Journ. f. pr. Chem. 19. 445), dass Pyrogallol als Antisepticum gute Dienste leiste, dürfte sich nur auf concentrirtere Lösung wie die hier angewandte beziehen.

auf einer Nährlösung mit 1 Prozent chinasaurem Kalk, 0,25 Ammonsulfat, und den nöthigen Mineralsalzen und mit 0,1 Phosphorsäure angesäuert entwickelte sich rasch eine üppige Schimmelvegetation wie nur auf einem der besseren Nährsubstanzen.

---

## 2. „Die Ernährung der niederen Pilze durch Mineralstoffe.“ [20])

Die Pilze bedürfen, wie die übrigen Pflanzen, ausser den Verbindungen, die ihnen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff zuführen, noch gewisse mineralische Stoffe, deren Anwesenheit bei dem Chemismus nothwendig ist, oder deren Elemente in die Constitution der Substanz eintreten. Aber die Pilze machen bezüglich der Auswahl verhältnissmässig geringe Ansprüche. Sie können mit 4 Elementen auskommen, nämlich 1) Schwefel, 2) Phosphor, 3) einem der Elemente Kalium, Rubidium oder Caesium, 4) einem der Elemente Calcium, Magnesium, Baryum oder Strontium, während die höheren grünen Landpflanzen zugleich Calcium und Magnesium und überdem noch Chlor, Eisen und Silicium bedürfen.

Da nur geringe Mengen von Mineralstoffen nöthig sind, um die Pilze zu ernähren, so muss bei den Versuchen, die dieses Bedürfniss feststellen sollen, grosse Vorsicht bezüglich der Reinheit der angewendeten Verbindungen und Gefässe obwalten, und es muss stets das Ergebniss durch Kontrollversuche geprüft werden. Man könnte, wenn jene Vorsicht nicht geübt und wenn nicht scharfe Kontrolle gehalten wird, sonst leicht zu dem irrthümlichen Glauben kommen, dass entweder die Mineralstoffe nicht nöthig sind,

---

20) Ein Theil der erläuternden Versuche wurde von Hrn. Dr. Oscar Löw angeordnet und ausgeführt; dieselben sind von ihm am Schlusse beschrieben.

oder dass sie durch die Pilze in einander umgewandelt werden. Besonders sind die Spaltpilze geeignet, den Experimentator zu täuschen, da sie oft in sehr geringen Mengen starke Trübung der Nährlösung und starke Gärung bewirken, — in Mengen, welche nur Spuren von Mineralstoffen enthalten können. — Pilzkulturen sind daher in manchen Fällen als sehr feine Reagentien auf Verunreinigungen von chemischen Verbindungen zu gebrauchen.

Was zuerst den Schwefel betrifft, so ist derselbe als Bestandtheil der Albuminate unentbehrlich und kann auch durch kein anderes Element ersetzt werden. Es sind zwar in neuester Zeit die Albuminate der Spaltpilze als schwefelfrei erklärt worden. Allein diese Annahme erscheint wegen der Analogie mit den übrigen Organismen als wenig annehmbar und ihr widersprechen auch unsere Beobachtungen.

Die Pilze entnehmen den Schwefel den Albuminaten, wenn ihnen dieselben als Nahrung zugänglich sind. Sie können ihn aber unter allen Umständen auch aus der Schwefelsäure sich aneignen, und ebensogut aus der schwefligen und unterschwefligen Säure. Es giebt sogar Versuche, aus denen man zu dem Schlusse geneigt sein möchte, dass die letzteren Verbindungen besser ernähren als Schwefelsäure. Ein sicheres Urtheil darüber wäre erst aus grösseren Versuchsreihen zu gewinnen.

Bezüglich des Schwefels gilt nämlich in besonderem Grade, was ich vorhin von der Schwierigkeit, entscheidende Kulturversuche anzustellen, gesagt habe. Er findet sich sehr leicht in hinreichender Menge als Verunreinigung, besonders des Zuckers. Aber auch Nährlösungen, denen der Zucker mangelt, zeigen ohne Schwefelzusatz oft ziemlich reichliche Pilzvegetation. So befinden sich eben unter den Versuchen zwei Gläser mit starker Trübung und mässiger Gärung, von denen das eine auf 100 ccm Wasser 0,5 g Asparagin, 3 g Glycerin, 0,2 g Dikaliumphosphat, 0,02 g

Calciumchlorid und 0,05 g Magnesiumchlorid, das andere auf 100 ccm Wasser 0,5 g Asparagin, 1 g Glycerin, 0,1 g Kaliumnitrat, 0,1 g Diammonphosphat und 0,1 g Magnesiumchlorid enthält (also beide Nährlösungen ohne eine Schwefelverbindung [21]).

Auf den Betrag der Verunreinigungen kann man einigermassen schliessen, wenn man solche „schwefelfreie' Nährlösungen mit andern vergleicht, denen eine Schwefelverbindung zugesetzt wird. So wurden früher (1876) neben Gärversuchen mit 10 g Colonialrohrzucker, 0,5 g neutralem weinsaurem Ammoniak und 0,04 g (schwefelfreier) Hefenasche Kontrollversuche angesetzt, von denen die einen 0,033 g schwefelsaures Kali, die andern 0,033 g schwefelsauren Kalk erhielten. Bei Luftabschluss wurde von den Nährlösungen ohne Schwefelverbindung die erste ihrem Volumen gleiche Menge von Kohlensäure durchschnittlich nach 161 Tagen, von denen mit schwefelsaurem Kali durchschnittlich nach 45 Tagen, von denen mit schwefelsaurem Kalk durchschnittlich nach 54 Tagen entwickelt.

Was das Kalium als Nährstoff der Pilze betrifft, so ergeben die Kulturversuche, dass dasselbe nicht durch die folgenden Elemente: Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium ersetzt werden kann, auch nicht durch Ammonium, — wohl aber durch Rubidium und Caesium. Salze der beiden letzten Elemente ernähren die Pilze ebenso gut, wo nicht besser, als Kalisalze, während sie für die höheren Pflanzen unbrauchbar sind.

Auch bei diesen Versuchen ist wegen der geringen Mengen von Kalium, welche die Pilze bedürfen, auf die

---

21) Nach der Untersuchung von Dr. O. Löw lassen sich in dem verwendeten destillirten Glycerin nach Verbrennung von 30 g mit Zusatz von Soda (cp) leise Spuren von Schwefel auffinden, während 5 g Asparagin keine Spur von Schwefelreaction gaben.

Reinheit der übrigen Nährstoffe und der Gefässe zu achten, auch darauf, dass während des Versuches weder aus der Gefässwandung Kalium in die Lösung gehe, noch dass Staub aus der Luft hereinfliege. Da es kaum möglich ist, das Kalium ganz auszuschliessen und da man oft nicht weiss, wie viel etwa von demselben sich in die Nährlösung einschmuggelt, so ist es immer nothwendig, einen Kontrollversuch ohne jedes Alkali der Versuchsreihe beizufügen. Es zeigt sich dann, dass diejenigen Versuche, welche Natrium-, Lithiumsalze u. s. w. enthalten, keine grössere Pilzernte geben, als diejenigen, denen kein Alkalisalz zugesetzt wird.

Ferner ist zu bemerken, dass zu diesen Versuchen die Schimmelpilze und die Sprosspilze viel geeigneter sind als die Spaltpilze, weil ihre Ernten viel mehr ins Gewicht fallen. Die Trockensubstanz einer Spaltpilzkultur ist an und für sich sehr gering, und überdem wird ein grosser Theil der Assimilationsprodukte bald wieder ausgeschieden und zugleich mit einem Theil der Nährverbindungen durch die grosse Oxydationstüchtigkeit der lebenden Zellen verbrannt. Es geschieht daher leicht, besonders wenn der richtige Zeitpunkt überwartet wird, dass im Endresultat der verschiedenen Versuche kein bemerkbarer Unterschied gefunden wird (Versuch 67). Bei den Spaltpilzen eignet sich desswegen zur Bildung eines Urtheils die Beobachtung anderer Erscheinungen besser als der Gebrauch der Waage. Man sieht nämlich deutlich, dass Nährlösungen, welche Kalium-, Rubidium- oder Caesiumsalze enthalten, sich rascher und viel stärker trüben, und dass sie rascher und intensiver grünlich gefärbt werden (vgl. die oben gemachte Bemerkung über diese Färbung) als Nährlösungen, denen die genannten Salze mangeln.

Was die Elemente Magnesium und Calcium betrifft, welche man gewöhnlich als unentbehrlich für die Nährlösungen betrachtet, so können dieselben einander ersetzen.

Ebenso können sie durch Baryum oder Strontium ersetzt werden, nicht aber durch Kalium, noch durch ein anderes der eigentlichen Alkalien. Die einzige Versuchsreihe, die über die Vertretung der 4 genannten Elemente durch einander angestellt wurde (Versuch 71), giebt aber nur im Allgemeinen Gewissheit darüber. Es bleibt ungewiss, ob dieselben gleichwerthig seien oder ob die Pilze durch die einen, sei es durch einzelne oder durch Combinationen von zweien, besser ernährt werden als durch die anderen. Man darf nämlich auf das Erntegewicht bei Schimmelkulturen keinen grossen Werth legen, wenn irgend ein die Vegetation störender Umstand eintritt. Dies war bei der fraglichen Versuchsreihe der Fall, da die für die Schimmelpilze ungünstige Essigsäure zum Ansäuern der Nährlösung benutzt werden musste. Es ergab sich als sicheres Resultat bloss, dass jedes der 4 genannten Elemente das Wachsthum der Pilze ermöglicht, und dass ohne eines derselben das Wachsthum unmöglich wird, wie dies schon während des Versuchs aus der äusserst kümmerlichen Vegetation in dem einen Glase (d) ganz deutlich hervorging. Um über die Vergleichung bezüglich der Wirksamkeit zwischen Kalk, Magnesia, Baryt und Strontian sicheren Aufschluss zu erhalten, müssten entweder die Versuche mit freier Essigsäure so wiederholt werden, dass von jeder Nummer ein halbes Dutzend Gläser angesetzt und so die Unregelmässigkeiten im Wachsthum möglichst eliminirt würden, oder es müsste ein anderes von alkalischen Erden vollkommen freies Spaltpilz-widriges Mittel angewendet werden.

Die Beobachtung, dass unter den basischen Elementen eine gegenseitige Vertretung bald möglich, bald unmöglich ist, führt zu der Frage, ob die Rolle, welche sie beim Chemismus übernehmen, dafür irgend eine Erklärung geben könne. Es sind in physiologischer Beziehung zwei Gruppen von solchen Elementen zu unterscheiden, die nämlichen,

welche die Chemie schon längst unterschieden hat, die Alkalien und die alkalischen Erden. Eine Vertretung findet nur innerhalb jeder Gruppe statt; aus jeder Gruppe muss wenigstens Ein brauchbares Element in der Nährlösung enthalten sein. Dies beweist uns, dass die Stoffe der beiden Gruppen ungleiche Functionen in der lebenden Zelle vollbringen.

Die Salze der alkalischen Erden werden wohl nur als Einlagerungen in die organisirten Substanzen, Plasma und Zellmembran, verwendet, die ich mir als ein Festhaften der Salzmoleküle an der Oberfläche der Albuminat- und Cellulosemicelle denke. Möglicher Weise können beide Funktionen durch jeden der 4 Stoffe Magnesia, Kalk, Baryt und Strontian erfüllt werden. Die in die Albuminate eingelagerten Salze sind Phosphate, und nach Analogie möchte man erwarten, dass in den Sporen vorzüglich Magnesiumphosphat enthalten sei. Aus der bereits angeführten und später beschriebenen Versuchsreihe (Nr. 71) darf man aber wohl schliessen, dass die Sporen ebensowohl das Kalksalz als das Magnesiasalz aufnehmen können, — da die bloss Kalk enthaltende Nährlösung (c) eine ebenso grosse Ernte und ebenso reichliche Sporenmasse ergab wie diejenige mit Kalk und Magnesia (a).

Ob und in wiefern die Membran von der Regel, Kalksalze einzulagern, bei den Pilzen eine Ausnahme zu Gunsten der übrigen alkalischen Erden machen könne, darüber ergiebt sich aus der nämlichen Versuchsreihe keine Gewissheit. Man könnte sogar, wenn man die Ernteergebnisse als massgebend betrachten dürfte, jene Frage verneinen. Da nämlich alle Nährflüssigkeiten, in denen der Kalk mangelte, nicht die Hälfte des Trockengewichts von den beiden kalkhaltigen (a und c) erzeugten, so liesse sich leicht der Grund davon in der mangelhaften Ernährung der

Membran beim Fehlen des Kalkes vermuthen, da die mangelhafte Ernährung des Plasmas nicht Schuld daran sein kann.

Während die Salze der alkalischen Erden als Einlagerungen, also eigentlich im festen Zustande, in den Zellen enthalten sind, kommen die Salze der Alkalien wohl nur als Lösung in der freien und in der die organisirten Substanzen durchdringenden Zellflüssigkeit vor. Ihre Funktion dürfte eine doppelte sein. Einmal wirken sie durch ihre blosse Anwesenheit (durch katalytische Kraft oder Contactwirkung), indem ihre molecularen und intramolecularen Bewegungen und die von ihnen ausgehenden Kräfte auf die verschiedenen Lebensprocesse einen begünstigenden oder hemmenden Einfluss ausüben. Ferner mag ein Theil des Alkalis als Stoffträger bei den Umsetzungen dienen, indem sich Säureradikale vorübergehend damit verbinden.

Ueber diese Fragen giebt uns die chemische Untersuchung nur wenig Aufschluss. Wenn wir die Aschenanalysen der Bierhefe auch für die übrigen niederen Pilze als gültig betrachten dürfen, so enthalten dieselben nur phosphorsaure und pflanzensaure Salze, denn die Asche weist bloss Phosphorsäure, Kali, Magnesia und Kalk in wägbarer Menge auf [22]). Und zwar müssen es saure Phospate sein, wie sich aus den relativen Mengen ergiebt, womit auch die Thatsache übereinstimmt, dass die Bierhefe immer eine saure Reaction zeigt.

Ein Theil der Phosphate muss jedenfalls als Salze mit der geringsten Menge von Basis ($RH_2PO_4$), ein anderer Theil als Salze mit 2 Aeq. Basis ($R_2HPO_4$) vorhanden

---

22) Die zwei wohl als die zuverlässigsten zu betrachtenden Analysen von Mitscherlich ergaben

| | Phosphorsäure | Kali | Magnesia | Kalk | |
|---|---|---|---|---|---|
| Oberhefe . . | 53,9 | 39,8 | 6,0 | 1,0 | = 100,7 |
| Unterhefe . . | 59,4 | 28,3 | 8,1 | 4,3 | = 100,1 |

sein. Es kann ferner nicht alle Phosphorsäure an Alkalien, ein Theil derselben muss an die alkalischen Erden gebunden sein; denn wenn auch alles Kali als Monokaliumphosphat in Anspruch genommen wird, so bleibt für einzelne Analysen doch noch eine ziemliche Menge von verfügbarer Phosphorsäure.

Mit Berücksichtigung der Aschenanalysen ergiebt sich als die wahrscheinlichste Annahme, dass das Kali als Monokaliumphosphat ($KH_2PO_4$) und Dikaliumphosphat ($K_2HPO_4$) in der Zellflüssigkeit gelöst, ferner dass ein Theil der alkalischen Erden als Phosphate im Plasma und ein anderer Theil in Verbindung mit organischen Säuren (z. B. Oxalsäure) in der Zellmembran eingelagert sei.[23])

Wir können uns nun noch die Frage stellen, warum die chemisch einander nahe verwandten Elemente der Alkalien und alkalischen Erden sich physiologisch so ungleich verhalten, warum nur die alkalischen Erden zur Einlagerung dienen, warum nur die einen Alkalien in der Lösung wirksam sind. Der erstere Punkt erledigt sich vielleicht durch die Thatsache, dass die Salze der Alkalien durchweg leicht löslich sind, während diejenigen der alkalischen Erden, die hier in Betracht kommen, schwerer löslich oder unlöslich und daher der Anziehung der organisirten Substanzen eher zugänglich sind.

Was den andern Punkt betrifft, warum Kalium, Rubidium und Caesium, nicht aber Natrium und Lithium als Nährstoffe benutzt werden können, so liesse sich einmal an die wenn auch unwahrscheinliche Möglichkeit denken, dass die Salze der ersteren Elemente leichter durch Membranen und andere organisirte Stoffe hindurchgehen. Diosmotische

---

23) Diese Einlagerung von Oxalaten ist natürlich nicht zu verwechseln mit dem krystallinischen Vorkommen des oxalsauren Kalkes in und zwischen den Membranen, wie es bei andern Pflanzen bekannt ist.

Versuche mit phosphorsaurem Kali ($K_2 H P O_4$) und phosphorsaurem Natron ($Na_2 H P O_4$) ergaben aber, dass unter übrigens gleichen Umständen beide Salze in ganz gleichen Mengen durch eine Membran sowohl gegen Wasser als gegen einander hindurch gehen (Versuch 73).

Der Grund, warum Kalium, Rubidium und Caesium für die bestimmte Ernährungsfunktion bevorzugt sind, muss also in andern Eigenschaften gesucht werden. Ich finde nun zwischen den genannten und den übrigen Alkalien keinen andern Unterschied, der eine physiologische Erklärung für ihr ungleiches Verhalten zu geben vermag, als ihre verschiedene Verwandtschaft zu Wasser. Es scheint mir dieselbe aber vollkommen ausreichend zu sein und um so annehmbarer, als sie nicht bloss jene nährenden Alkalien, gegenüber den nicht nährenden Alkalien, sondern auch gegenüber den alkalischen Erden, als bevorzugt darthut und somit erklärt, warum auch die letzteren, soweit ihre Salze löslich sind, jene nicht ersetzen können.

Die Salze von Kalium, Rubidium und Caesium haben eine viel geringere Verwandtschaft zu Wasser, als die Salze von Natrium, Lithium, Calcium, Magnesium, Baryum und Strontium. Wir erkennen dies schon daraus, dass jene ohne und diese mit Krystallwasser fest werden, und ferner besonders aus der hiemit übereinstimmenden Thatsache, dass jene für 1 Molekül wasserfreies Salz bei der Lösung viel mehr Wärme absorbiren als diese. So beträgt beispielsweise die Lösungswärme für 1 Mol. neutrales schwefelsaures Kali ($K_2 S O_4$) — 6040 Cal. und für 1 Mol. schwefelsaures Natron ($Na_2 S O_4$) + 760 Cal. Das Natronsalz, ebenso wie es mit Wasser crystallisirt, bindet auch in der Lösung eine gewisse Menge Wasser viel fester als das Kalisalz; in Folge der dadurch bewirkten Verdichtung wird Wärme frei und das sich lösende Natronsalz verursacht

daher eine beträchtlich geringere Temperaturerniedrigung als das Kalisalz, beziehungsweise selbst eine Temperaturerhöhung wie in dem eben angeführten Fall.

Der Umstand, dass die Salze von Natrium, Lithium und die der alkalischen Erden im gelösten Zustande eine Hülle von festgebundenen Wassermolekülen haben (Hydropleonbildung), macht es nun begreiflich, dass dieselben die nährenden Alkalisalze nicht ersetzen können. Sie sind namentlich für die Contaktwirkung ungeeignet, indem die Wasserhülle des Salzmoleküls sowohl die unmittelbare Annäherung an ein anderes Molekül als auch die Uebertragung der Schwingungen und die Wirksamkeit der anziehenden und abstossenden Kräfte auf dasselbe verhindern oder wenigstens sehr erschweren muss. Auch als vorübergehender Träger von Säureradikalen eignet sich das umhüllte Salzmolekül offenbar weniger gut als das freie Salzmolekül, welches in unmittelbare Berührung treten und seine Verwandtschaft kräftiger geltend machen kann. Desswegen werden Kalisalze von der Ackerkrume und von organisirten Substanzen viel energischer festgehalten als die Natronsalze; die letzteren sind durch ihre Wasserhüllen verhindert, anderweitigen Anziehungen in sehr wirksamer Weise zu folgen.

---

Zum Schluss scheint es nicht überflüssig, eine kurze Betrachtung über die absoluten und relativen Mengen der einer Nährlösung zuzusetzenden mineralischen Nährstoffe anzustellen, da in dieser Beziehung nicht immer rationell verfahren wird. Zur Beurtheilung stehen nur die Aschenanalysen der Bierhefe zu Gebote. Wir dürfen in derselben als mittleren Werth 7 Proz. Asche annehmen und 0,7 Proz. Schwefel, der nicht in der Asche erscheint. Die Nährsalze müssten, um diesem Verhältniss zu entsprechen, so bemessen werden, dass eine Lösung von Kohlenstoff- und Stickstoff-

haltigen Verbindungen, die muthmasslicher Weise 1 g Pilzsubstanz (trocken gewogen) giebt, 0,0077 g der nothwendigen Mineralstoffe enthält. Da indess die Pilzzellen aus einer sehr verdünnten Lösung die Verbindungen weniger leicht aufnehmen können, so sind besonders in Nährflüssigkeiten, die geringe Mengen von organischen Stoffen enthalten und daher nur eine geringe Ernte versprechen, die aschegebenden Theile in höberen Verhältnissen zuzusetzen.

Die Pasteur'sche Nährflüssigkeit besteht aus 100 ccm Wasser, 10 g Rohrzucker, 0,1 g weinsaurem Ammoniak und Asche von 1 g Hefe (also c. 0,07 g). Da aus 0,1 g weinsaurem Ammoniak, wenn der ganze Stickstoffgehalt zur Ernährung verwendet wird, sich nicht mehr als 0,095 g Albumin oder 0,13 bis 0,17 g Sprosshefe sowie überhaupt junger Pilzmasse bilden können, welche 0,009 bis 0,012 g Asche geben, so enthält jene Nährflüssigkeit das 6 bis 7,7-fache der Aschenmenge, welche im günstigsten Falle von den Pilzen aufgenommen werden kann. Das wirkliche Erntegewicht bei dem Versuche Pasteur's betrug 0,043 g; in demselben konnte also nur der 23. Theil der zugesetzten Asche Verwendung gefunden haben. — Da ferner die Hefenasche schwefelfrei ist, so können die Pilze nur gedeihen, insofern sie den nöthigen Schwefel in den Verunreinigungen des Zuckers finden. Es ist daher jedenfalls empfehlenswerth, der obigen Nährlösung ein Sulfat zuzusetzen. Auch wäre es zweckmässig, den Ammoniakgehalt zu vermehren und, insofern nicht Gärung eintreten soll, den Zuckergehalt zu beschränken.

Als Normalnährflüssigkeit aus Zucker, Ammoniak und Asche, die sich für die meisten ohne Gärung verlaufenden Kulturversuche eignet, kann folgende bezeichnet werden:

Wasser 100 ccm, Zucker 3 g, Ammoniaktartrat 1 g, mit Phosphorsäure neutralisirte Asche von Erbsen, Weizen-

körnern oder Cigarren 0,4 g, oder Hefenasche in etwas geringerer Menge.[24])

Da in dieser Nährlösung sich im günstigen Falle 0,5 g und mehr Pilzmasse bilden können, so ist die Aschenmenge nicht zu hoch angesetzt, in Anbetracht dass dieselbe sich oft langsam löst, und dass sie nicht die nämliche Zusammensetzung wie die Asche der entstehenden Pilze besitzt. Aus diesen Gründen ist es aber zweckmässiger, statt wirklicher Asche, die Mineralsalze für die Bereitung der Nährflüssigkeit zu verwenden. 1 g Hefe enthält 0,07 g (schwefelfreie) Asche und darin 0,042 g Phosphorsäure ($P_2O_5$), 0,028 g Kali, 0,005 g Magnesia und 0,0028 g Kalk. Danach muss die Menge und Beschaffenheit der zuzusetzenden Salze bemessen werden. Von Adolf Mayer wurde schon im Jahr 1869 als Normalmischung empfohlen: 0,1 g saures phosphorsaures Kali ($KH_2PO_4$), 0,01 g dreibasisch phosphorsaurer Kalk ($Ca_3P_2O_8$) und 0,1 g schwefelsaure Magnesia ($MgSO_4$). Er bezeichnet als bestnährende Lösung für Sprosshefe:

Wasser 100 ccm, Zucker 15 g, salpetersaures Ammoniak 1 g, $KH_2PO_4$ 0,5 g, $Ca_3P_2O_8$ 0,05 g, $MgSO_4$ 0,25 g (oder crystallisirte schwefelsaure Magnesia 7 $H_2O$ enthaltend 0,5 g).

In dieser Nährflüssigkeit könnten sich im günstigsten Fall, wenn nämlich alles Ammoniak für Albuminbildung

---

24) Bezüglich der Wahl dieser Aschen, ist zwar die Cigarrenasche am leichtesten zu beschaffen, ernährt aber, wie es scheint, am wenigsten gut. Bei einem zur Vergleichung angestellten Versuch (1876) bestand die Nährflüssigkeit aus 100 ccm Wasser, 10 g Zucker, 0,1 g neutralem weinsaurem Ammoniak. Drei Proben erhielten **a** 0,04 g Hefenasche und 0,033 g $K_2SO_4$, — **b** 0,06 g mit Phosphorsäure neutralisirte Cigarrenasche, — **c** 0,04 g mit Phosphorsäure neutralisirte Erbsenasche. Die Spaltpilzvegetation war in **a** und **c** äusserst reichlich und fast gleich, in **b** ebenfalls reichlich aber doch merklich geringer.

verwendet würde (wozu bei Sprosshefe die Salpetersäure untauglich ist), 3 bis 4 g Sprosshefe bilden, welche den 2,3. bis 1,7. Theil der vorhandenen Mineralstoffe in Anspruch nehmen. Da sich in Wirklichkeit kaum 1 g Hefe bildet, so verbraucht dieselbe nicht mehr als $^1/_7$ der dargebotenen Salze, die übrigens in richtigem Verhältniss gemengt sind. Nur wird sich der phosphorsaure Kalk sehr langsam lösen; er wurde später als überflüssig weggelassen.

Cohn bediente sich für Spaltpilzkulturen der von A. Mayer angegebenen Mischung, aus welcher er jedoch den Zucker wegliess, da sich, wie er behauptet, diese Aenderung günstig erweisen soll.[25]) Dadurch gestaltet sich seine „normale Bacteriennährflüssigkeit" (1872) folgender Massen:

Wasser 100 ccm, weinsaures Ammoniak 1 g, $KH_2PO_4$ 0,5 g, $Ca_3P_2O_8$ 0,05 g, $MgSO_4$ 0,25 g.

In dieser Nährlösung ist durch Weglassung des Zuckers das Verhältniss zwischen der Kohlenstoffquelle und den Mineralstoffen in bedenklicher Weise verrückt. 1 g weinsaures Ammoniak giebt, wenn keine anderen nährenden Kohlenstoffverbindungen zugegen sind, wie die Versuche erweisen, kaum mehr als 0,1 g organische Substanz, weil weitaus der grösste Theil der Weinsäure verbrannt wird; ohne diesen Verbrennungsprocess können die Pilze, bei Ausschluss von Zucker oder einer anderen leicht vergärenden

25) Die beobachtete günstige Wirkung des Zuckermangels mag in einzelnen Fällen dadurch bedingt sein, dass bei Anwesenheit von Sprosspilzen reichlichere Mengen von Zucker diese gegenüber den Spaltpilzen begünstigen, oder dass für solche Spaltpilze, die sich dem Fluss- oder Sumpfwasser angepasst haben, die 15 g Zucker auf 100 Wasser der Mayer'schen Nährflüssigkeit eine zu concentrirte Lösung darstellen. Im Allgemeinen aber befördert der Zusatz von Zucker ganz auffallend das Wachsthum der Spaltpilze, und es ist im ersten der angeführten beiden Fälle bloss für Reinkultur der Spaltpilze zu sorgen und im zweiten der Zuckergehalt auf 2 bis 4 Prozent zu beschränken.

Verbindung, die Weinsäure gar nicht assimiliren. 0,1 g Pilzmasse enthält etwa 0,007 g Asche, und es kann die Pilzvegetation nicht mehr als etwa 1/70 der in der Nährlösung befindlichen Mineralsalze assimiliren. — Ferner ist zu berücksichtigen, dass jedes Salz, das in einiger Menge gelöst ist, nachtheilig auf die Ernährung der Pilze und bei Spaltpilzkulturen in erhöhtem Grade nachtheilig wirkt, wenn es ein saures Salz und wenn die Nahrung schwer assimilirbar ist. Desswegen halte ich 0,5 Prozent des sauren Phosphats mit 1 Prozent Ammoniaktartrat für eine wenig geeignete Combination.

Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die angegebene Nährlösung ganz unbrauchbar sei; für viele gröbere Versuche, bei denen es sich nur darum handelt, gewöhnlichere und zähere Formen von Spaltpilzen in irgend einer albuminat- und zuckerfreien Nährlösung zu kultiviren, mag sie genügen. Sie könnte aber bei vergleichenden Versuchen, bei Bestimmung der Grenzen, wo die Ernährungsfähigkeit aufhört, bei Züchtungen empfindlicherer Spaltpilzformen z. B. von Krankheitspilzen und bei Züchtungen stärkerer Formen unter ungünstigen anderen Bedingungen, z. B. auch bei höherer Temperatur, den Beobachter durch eine minimale oder ganz ausbleibende Vermehrung der Pilze leicht irre führen.

Nicht besser ist die Nährflüssigkeit, welche bei dem Aufsehen erregenden Schüttelversuche H o r v a t h 's diente, und deren Zusammensetzung in Paris als Geheimniss behandelt wurde, über dessen Entwendung Klage zulässig sei. Sie besteht aus:

Wasser 100 ccm, weinsaures Ammoniak 1 g, $KH_2PO_4$ 0,5 g, Magnesiumsulfat (wahrscheinlich ist das crystallisirte Salz $MgSO_4 + 7H_2O$ gemeint) 0,5 g, $CaCl_2$ 0,05 g [26]).

26) Ich habe schon früher (Theorie der Gärung) die Mischung als unzweckmässig bezeichnet.

Für Kultur von Sprosshefe ist die Mayer'sche Normallösung ganz geeignet, weil die Sprosspilze in einer schwach sauren Flüssigkeit vortrefflich gedeihen und selber saure Salze in ihre Substanz aufnehmen. Für Spaltpilze dagegen, welche im Allgemeinen in alkalisch reagirenden Flüssigkeiten am lebhaftesten sich entwickeln und deren Wachsthum, besonders wenn Albuminate und Zucker mangeln, in manchen Fällen schon durch schwach saure Reaction gehemmt wird, muss eine Normallösung neutral sein. Ich habe daher, als ich die Verwendung von Asche aufgab (1876), mich folgender Mischung von Mineralsalzen bedient:

**A.** Dikaliumphosphat ($K_2HPO_4$) 0,1035 g, Magnesiumsulfat ($MgSO_4$) 0,016 g, Kaliumsulfat ($K_2SO_4$) 0,013 g, Chlorcalcium ($CaCl_2$) 0,0055 g (auf 100 ccm Wasser und 1 g weinsaures Ammoniak).

Diese Salze enthalten die Elemente Phosphor, Schwefel, Magnesium und Calcium in dem richtigen Verhältniss. Dagegen ist Kali in beträchtlichem Ueberschuss vorhanden, nämlich 0,063 statt 0,028 g. Dieser Ueberschuss bringt aber keinen Nachtheil, weil die geringen Mengen von freiwerdendem Kali als Carbonat in der Lösung enthalten sind und die alkalische Reaction etwas verstärken, in einzelnen Fällen auch organische Säuren neutralisiren.

Später wurde das Kalium im Sulfat durch Ammonium ($NH_4$) ersetzt, sodass die Mischung sich nun folgender Massen gestaltete:

**B.** $K_2HPO_4$ 0,1 g, $MgSO_4$ 0,016 g, $(NH_4)_2SO_4$ 0,017 g, $CaCl_2$ 0,0055 g.

und noch später wurde dieser Posten ganz weggelassen und die Mischung vereinfacht auf

**C.** $K_2HPO_4$ 0,1 g, $MgSO_4$ 0,02 g, $CaCl_2$ 0,01 g.

In der Wirkung der Mischungen A, B, C war übrigens kein Unterschied bemerkbar. Dieselben dürften in allen Fällen, wo die Mineralstoffe nicht schon mit der organischen

Substanz in die Nährflüssigkeit kommen, wie dies z. B. beim Fleischextract der Fall ist, sich als brauchbar erweisen. Ist dagegen saure Reaction zulässig oder wünschbar, so kann das saure Phosphat angewendet werden:

**D.** $KH_2PO_4$ 0,1 g, $MgSO_4$ 0,02 g, $CaCl_2$ 0,01 g.

Was die absolute Menge der Mineralstoffe in den Nährlösungen betrifft, so hängt dieselbe natürlich von der Menge der Verbindungen ab, welche organische Substanz bilden; sie kann zu niedrig, aber auch, wie ich bereits bemerkt habe, zu hoch gegriffen werden. Im Allgemeinen gilt die Regel, dass die Pilzzellen gelöste Stoffe sich um so leichter aneignen, in je grösserer Menge dieselben vorhanden sind; dass aber alle Nährsalze von einem gewissen Concentrationsgrad an einen merkbaren schädlichen Einfluss auf das Leben ausüben. Das Optimum ihrer Concentration liegt also wenig unter diesem Grad, und ist je nach der Beschaffenheit der Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen sehr ungleich, indem Lösungen mit Albuminaten (Peptonen) oder Zucker grössere Mengen von Nährsalzen ertragen als solche, die bloss ein Ammoniaksalz oder Asparagin enthalten.

Besonders kann bei Anwesenheit von Zucker das Kaliumphosphat in erheblichen Mengen mit günstigem Erfolge angewendet werden, wie sich dies beispielsweise aus folgendem Versuche (1875/6) ergiebt.

**65 a.** Auf 100 ccm Wasser 10 g Zucker, 0,5 g neutrales weinsaures Ammoniak, 0,7 g Citronensäure, etwas mit Phosphorsäure gesättigte Erbsenasche.

b. Ebenso mit 0,1 g Dikaliumphosphat.

c. Ebenso mit 0,5 g $K_2HPO_4$.

d. Ebenso mit 5 g $K_2HPO_4$.

Die 4 Nährlösungen wurden mit einer geringen Menge Bierhefe, die beinahe spaltpilzfrei war, besäet. Die Vegetation verlief in d am lebhaftesten, in a am trägsten. Der Zucker verschwand zuerst in d, zuletzt in a (nach 16 Tagen).

Die Sprosshefenzellen waren in a am kleinsten, in b deutlich grösser, in c und d sehr gross. Aber das phosphorsaure Kali hatte auf die Entwickelung der Spaltpilze einen noch viel günstigeren Einfluss als auf die Sprosspilze. a enthielt am Schluss zahlreiche Sprosspilze und wenig Spaltpilze; b etwas weniger Sprosspilze als a und ziemlich viel Spaltpilze; c viel weniger Sprosspilze als b, aber sehr viel Spaltpilze; d nur wenig Sprosspilze und äusserst zahlreiche Spaltpilze. In Uebereinstimmung mit diesem mikroskopischen Befunde war in a keine, in d sehr viel Milchsäure gebildet worden. Die Gewichtsbestimmung der Trockensubstanz der Ernte hatte wegen der ungleichen Vegetation keinen Werth.

Die günstige Wirkung einer grösseren Menge von phosphorsaurem Kali auf die Sprosshefe ergiebt sich auch aus dem unten angeführten Versuche (Nr. 70), wo 2 Prozent $K_2HPO_4$ ein grösseres Erntegewicht ergaben als 1 Prozent, nämlich die 12fache Vermehrung der Aussaat gegenüber der 10fachen Vermehrung.

Von schlecht nährenden Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen darf in vielen Fällen nur eine verdünnte Lösung angewendet werden, von Ammoniaksalzen (mit einer organischen Säure), wenn dieselben allein vorhanden sind, im Allgemeinen nicht mehr als 1 Prozent. Da sich in einem solchen Falle bloss etwa $^1/_{10}$ des Gewichts in Pilzsubstanz umwandelt, so bedarf es dazu nur äusserst geringer Mengen von Mineralstoffen. Da aber dieselben in so weit gehenden Verdünnungen dem Wasser nur schwer von den Pilzzellen entzogen werden, so müssen sie in beträchtlich grösseren Mengen den Nährflüssigkeiten zugesetzt werden. In den obigen Mischungen A und B ist durchgehends (mit Ausschluss von Kali) der 10fache Betrag von dem, was die Pilzvegetation muthmasslich aufnehmen kann, angesetzt, in C für die Salze $MgSO_4$ und $CaCl_2$ wegen der geringeren absoluten Mengen ein noch höherer Betrag. Letztere Com-

bination dürfte wohl für die Mehrzahl der Fälle als Optimum zu bezeichnen sein. Die Normalnährflüssigkeit für Spaltpilze bei Anwendung eines Ammoniaksalzes ist demnach übereinstimmend mit C:

I. Wasser 100 ccm, weinsaures Ammoniak 1 g, $K_2HPO_4$ 0,1 g, $MgSO_4$ 0,02 g, $CaCl_2$ 0,01 g.

Hierin kann das weinsaure Ammoniak durch gleiche Mengen von essigsaurem Ammoniak, milchsaurem Ammoniak, citronensaurem Ammoniak, bernsteinsaurem Ammoniak u. s. w. oder von Asparagin, Leucin u. s. w. ersetzt werden.

Bei Anwendung von besseren Kohlenstoff- und Stickstoff-haltigen Nährsubstanzen ist es zweckmässig, die Mineralstoffe zu vermehren. Als Normalnährflüssigkeiten für Spaltpilze können noch folgende zwei gelten:

II. Wasser 100 ccm, Eiweisspepton (oder lösliches Eiweiss) 1 g, $K_2HPO_4$ 0,2 g, $MgSO_4$ 0,04 g, $CaCl_2$ 0,02 g.

III. Wasser 100 ccm, Rohrzucker 3 g, weinsaures Ammoniak 1 g, Mineralstoffe wie in II.

Statt 1 g weinsaures Ammoniak kann in III die gleiche Menge eines andern organischen Ammoniaksalzes oder 0,5 g salpetersaures Ammoniak oder 0,7 g Asparagin oder 0,4 g Harnstoff verwendet werden.

In den drei letzten Nährlösungen können die mineralischen Nährsalze durch Asche ersetzt werden und zwar am besten durch eine kalireiche Asche. Dieselbe muss mit Phosphorsäure gesättigt werden. Auf 100 ccm Lösung bedarf es für I 0,2 g, für II und III 0,4 g Asche.

Es giebt Spaltpilze, für welche die unter II und III angegebenen Nährlösungen mit Vortheil in ihrer Concentration erhöht werden; andere dagegen (besonders Krankheitspilze), die in einer verdünnteren Lösung besser gedeihen und für welche daher die in 100 Wasser enthaltenen Gewichtsmengen zweckmässig auf $^2/_3$ oder $^1/_2$ herabgesetzt werden. Die Nährflüssigkeiten II und III sind äquivalent der Nor-

mallösung von 1 Proz. Liebig'schem Fleischextract, welche für die Kultur der nämlichen Pilze weniger günstig sich erweist als eine 0,5 proz. Lösung. 1 g Fleischextract enthält im Mittel 0,2 g Aschenbestandtheile und 0,6 g lösliche organische Verbindungen.

Dagegen zeigt sich die nachtheilige Wirkung einer zu geringen Menge von Mineralstoffen bei guter Kohlenstoffnahrung deutlich aus den oben unter Nr. 52 angeführten Versuchen, wo die Sprosshefe in einer Nährlösung, die in 100 ccm Wasser 10 g Zucker, 0,5 g weinsaures Ammoniak, 0,035 $K_2HPO_4$, 0,006 $MgSO_4$, 0,0061 $(NH_4)_2SO_4$ und 0,0015 $CaCl_2$ enthielt, nur mit Durchleitung von Luft sich vermehrte, ohne Durchleitung von Luft dagegen sehr geringe Zunahme oder selbst Abnahme ihrer Albuminate erfuhr.

---

Die folgenden Versuche wurden von Dr. O. Löw ausgeführt und beschrieben.

66. Ernährung mit Rubidiumsalzen bei Schimmelpilzen. Bei dieser Versuchsreihe (Mai 78) wurde eine Nährlösung von folgender Zusammensetzung verwendet:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 500 g |
| Diammontartrat . | 4 |
| Zucker . . . . | 4 |
| Weinsäure . . . | 4 |
| Diammonphosphat . | 3,2 |
| Magnesiumsulfat . | 0,08 |
| Ammonsulfat . . | 0,08 |
| Calciumchlorid . | 0,04 |

Während diese Lösung beim Kolben a keinen Zusatz von Salzen fixer Alkalien erhielt, wurde sie beim Kolben b mit 1,2 g Mononatriumtartrat, bei c mit der aequivalenten Menge des Kalium- bei d des Rubidium-

salzes versehen (also mit 1,36 g des ersteren und 1,68 g des letztren). Die ausgesäten Schimmelsporen entwickelten sich auf allen vier Lösungen, doch ungleich rascher bei c und d als bei a und b, welch' letztre auch weit weniger fructificirten.

Die Ernte betrug nach 7 Wochen bei:

| | | Stickstoffgehalt: |
|---|---|---|
| a . . . | 0,520 g . . . | 4,24 Prozent |
| b . . . | 0,575 . . . | 4,03 |
| c . . . | 1,359 . . . | 5,42 |
| d . . . | 1,237 . . . | 5,48 |

Während bei a und b der getrocknete Schimmel sehr zähe und kaum in der Porcellan-Schale zu zerreiben war, vielleicht in Folge des grösseren Cellulosegehaltes, war er bei c und d äusserst leicht zum feinsten Pulver zerreiblich. Der Stickstoffgehalt bei c und d war wie die Analyse ergab nahezu gleich und nicht unbeträchtlich höher als bei a und b. Einen misslichen Umstand bei diesem Versuche bildete die Schwierigkeit, Zucker gänzlich frei von jeder Spur Kali zu erhalten. Die niedern Pilze können aber erstaunlich geringe Mengen von Mineralstoffen haushälterisch verwerthen und darauf beruht auch sicherlich, dass bei a und b sich überhaupt Schimmelvegetation entwickeln konnte. In der That liessen sich in der Asche dieser Ernten minimale Mengen Kali deutlich nachweisen, ein Umstand, welcher die Nothwendigkeit von Kontrollversuchen klar darlegt.

**67.** Ernährung mit Rubidiumsalzen bei Spaltpilzen. Dieser Versuch wurde gleichzeitig mit dem vorhergehenden angestellt und auch dieselben Nährlösungen verwendet, mit dem Unterschiede jedoch, dass mit Ammoniak neutralisirt wurde. Die Menge der Nährflüssigkeit betrug je 125 ccm. Die Spaltpilze entwickelten sich der eintretenden Trübung nach zu urtheilen am schnellsten in der Rubidiumnährlös-

ung; denn nach 5 Tagen war diese bereits ziemlich trübe, während bei der Kaliumnährlösung erst schwacher Anfang hierzu gemacht war. Nach weiteren fünf Tagen war bei der Rubidiumlösung eine starke grünliche Fluorescenz aufgetreten, die sich in etwas schwächerem Grade auch bei der Kalium-, gar nicht aber bei der Natrium- und Ammonium-Nährlösung zeigte. Diese beiden Lösungen waren schon ganz trüb, während diejenige mit Natriumtartrat und diejenige ohne fixe Alkalien noch klar blieben. Später indess trübten sie sich ebenfalls und diejenige mit Natriumtartrat nahm auch eine schwach gelbgrünliche Färbung an. Schliesslich waren die Pilze in allen 4 Lösungen reichlich entwickelt. Die in einer gewissen Zeit durch Oxydation verschwundene Menge organischer Substanz hätte hier ein Maas der Entwicklung und Lebensenergie geben können, indess als nach 7 Wochen diese Bestimmung vorgenommen werden sollte, zeigte es sich, dass dieser Zeitraum bereits ein zu langer und der Verbrennungsprocess in allen 4 Flaschen dem Ende nahe war.

**68.** Ernährung mit Rubidiumsalzen bei Sprosspilzen. (Mai 78.)

Hiezu diente folgende Nährlösung:

| | | |
|---|---|---|
| a) | Wasser . . . . . | 700 g |
| | Zucker . . . . . | 60 |
| | Ammonsulfat . . . | 1 |
| | Diammonphosphat . . | 10 |
| | Mono-Ammontartrat . | 5 |
| | Magnesiumsulfat . . | 0,08 |
| | Calciumchlorid . . . | 0,03 |

Beim Kolben b wurde das Ammontartrat durch die aequivalente Menge des Natriumsalzes, bei c des Kalium- und bei d des Rubidiumsalzes ersetzt. Nach 12 Stunden wurden noch 40 g Zucker zugefügt. Die Gärung fand im

Brütkasten bei constantem Luftstrom statt. Nach 26 Stunden wurde absetzen lassen und der Versuch beendet. Es ergab sich bei einer Aussaat von 0,650 g frischer Bierhefe Ernte bei:

| | | |
|---|---|---|
| a | . . | 0,674 g |
| b | . . | 0,689 |
| c | . . | 0,862 |
| d | . . | 1,001 |

Also auch hier konnte Rubidium die Function des Kaliums nicht nur übernehmen, sondern in höherem Grade ausüben. Der Stickstoffgehalt der Rubidiumhefe betrug 8,34 Prozent; auch wurde das Rubidium in der Asche dieser Hefe nachgewiesen.

**69.** Ernährung mit Rubidium- und Caesiumsalzen bei Schimmelpilzen (Mai 1879).

Da bei den vorhergehenden Versuchen (66, 67 und 68) die Nährlösungen mit Ammon- und Natriumsalzen ziemlich reichliche Vegetationen ergeben hatten, was möglicher Weise auf Rechnung der Verunreinigung der übrigen Nährstoffe namentlich des Zuckers kam, so wurden jetzt nur Substanzen verwendet, welche leicht kalifrei zu erhalten sind und ferner die Glaskolben durch cylindrische gut verzinnte Blechgefässe ersetzt. Das Resultat war denn in der That erheblich verschieden und die Ernten bei mangelndem Kalizusatz relativ weit unbedeutender.

Die Nährlösung besass folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . . | 500 |
| Glycerin . . . . . | 20 |
| Ammonacetat . . . | 5 |
| Ammonsulfat . . . | 0,1 |
| Diammonphosphat . . | 2,0 |
| Magnesiumsulfat . . | 0,08 |
| Calciumchlorid . . . | 0,03 |
| Essigsäure . . . . | 4,0 |

Von den fünf mit dieser Nährlösung versehenen Gefässen erhielt:

a) keinen weiteren Zusatz,
b) 0,6 Mononatriumtartrat,
c) die aequivalente Menge des Kaliumsalzes (0,7 g)
d) „ „ „ „ Rubidiumsalzes (0,9 g)
e) „ „ „ „ Caesiumsalzes (1,1 g)

Nach 2 Wochen war der Unterschied von a und b einerseits und c, d und e andrerseits sehr auffällig geworden; letztre drei Gefässe schienen nahezu gleichgrosse Schimmelrasen zu haben, die bereits kräftig entwickelt waren, während bei a und b sich nur kümmerliche Anfänge zeigten. Nach drei Wochen betrug die Ernte bei:

a . . 0,292 g
b . . 0,081
c . . 1,396
d . . 2,233
e . . 2,280

Es ergiebt sich hieraus auf's entschiedenste, dass Rubidium und Caesium das Kalium bei den Schimmelpilzen vortheilhaft zu ersetzen vermögen. Natrium vermag dieses nicht und sind den Ernten bei a und b sicherlich wieder Spuren von Kali in der Nährlösung zuzuschreiben.

99,f. Auch Lithium vermag nicht das Kalium zu ersetzen, denn bei einem Versuche mit einer 3 Prozent Ammonacetat enthaltenden Nährlösung, in der Lithium- statt des Kaliumphosphats vorhanden war, entwickelte sich selbst nach 6 Wochen keine Spur von Schimmel.

**70.** Vermehrung des Kaliumphosphats bei der Kultur von Sprosshefe (April 1878). Da bei früheren Versuchsreihen mit Sprosshefe verhältnissmässig geringe Mengen des Dikaliumphosphats verwendet, später aber eine erhebliche Steigerung der Ernten bei der Vermehrung dieses Salzes beobachtet worden war, so schien es von Interesse,

nähere quantitative Angaben über den Einfluss dieser Steigerung zu erhalten. Gleichzeitig damit wurde ein Versuch mit gesteigerter Ammoniakmenge gemacht.

Die Nährlösung a bestand aus:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . | 200 g |
| Zucker . . . . | 20 |
| Diammontartrat . . | 1 |
| Dikaliumphosphat . | 2 |
| Magnesiumsulfat . | 0,012 |
| Ammoniumsulfat . | 0,013 |
| Calciumchlorid . . | 0,003 |

Bei b war die Menge des Kaliumsalzes auf das Doppelte vermehrt, bei c aber gleichzeitig dieses und das Ammontartrat auf's Doppelte. Die Kolben wurden mit je 0,566 g Trockensubstanz entsprechender Hefemenge beschickt und im Brütkasten mit einem continuirlichen Luftstrom behandelt. Nach 12 Stunden war die Gärung beendet und zeigte die Hefe bereits beträchtliche Zunahme. Die Reaction war schwach sauer. Das Volum der Nährlösung wurde nun auf 1/2 Liter erhöht und nach wieder vollendeter Gärung auf 1 Liter. Da bereits Spaltpilze sich einzustellen begonnen hatten, wie das Microscop erwies, so wurden die Ernten jetzt bestimmt. Es ergab sich bei

a = 5,56 g = 9,82 faches der Aussaat [27])
b = 6,41 g = 11,32 „ „ „
c = 6,77 g = 11,92 „ „ „

Da die Dauer der Gärungszeit nur 64 Stunden betrug, so ist diese Zunahme gegen frühere Versuche mit geringeren Phosphatmengen eine sehr bedeutende zu nennen.

27) Die Hefe a war locker und klumpig, b und c aber schlammig wie normale Bierhefe. Unter dem Microscope zeigte c mit sehr grossen Zellen die beste Entwicklung.

Ferner ergiebt sich, dass die Erhöhung des Phosphats von 1 Prozent auf 2 bei diesem Versuch eine Vermehrung von 0,85 g im Gefolge hatte, die gleichzeitige Vermehrung des Phosphats und des Ammonsalzes eine solche um 2,21 g. Diese Mengen erscheinen gegenüber der Zunahme in allen 3 Fällen nur unbedeutende.

Von der Hefe c wurde eine 1,51 g Trockensubstanz entsprechende Menge in je 1 Liter Nährlösung (c) vertheilt, und die erste Flasche bei 15—18°, die zweite bei 28—30° mit einem continuirlichen Luftstrom behandelt; erstre gab eine Verdoppelung der Aussaat in 42 Stunden, letztre bereits in 18. Unerwähnt kann jedoch nicht bleiben, dass auch bei diesen so günstigen Resultaten allmälig Spaltpilze auftraten und nach jeder Erneuerung der Nährlösung zunahmen.

**71.** Ernährung mit Kalk, Baryt, Strontian und Magnesia bei Schimmelpilzen (Juni 1879).

Die Ersetzbarkeit der Kaliumsalze durch Rubidiumsalze bei den niedern Pilzen liess vermuthen, dass hier auch ein Ersatz des Calciums durch Magnesium, Baryum oder Strontium möglich sei. Der Versuch hat dieses im Allgemeinen bestätigt, wenn auch die Erntemengen in den verschiedenen Fällen sehr von einander abwichen. Zu den Versuchen diente Schimmel — wie immer Penicillium — welcher auf je ½ Liter einer 3prozentigen Nährlösung von essigsaurem Ammoniak ausgesät wurde, welch' letztres sehr leicht frei von allen fixen Mineralstoffen zu erhalten ist. Dikaliumphosphat war überall gleichviel vorhanden, nämlich 0,1 Prozent. Als Schwefelquelle diente unterschwefelsaures[28]) Ammon (0,04 Prozent) da die Schwefelsäure wegen des vergleichenden Versuchs mit Baryumsalzen vermieden werden musste. Um

28) Aus Sulfiten und Hyposulfiten vermag der Schwefel ebensogut als aus Sulfaten assimilirt zu werden, wahrscheinlich auch aus Sulfosäuren; dagegen nicht aus Sulfoharnstoff und Rhodanammonium.

Spaltpilze auszuschliessen war anfänglich mit 1 Prozent Essigsäure angesäuert worden; da aber diese Menge bei solch' schlechten Nährstoffen auch für Schimmel antiseptisch wirkte, so wurde nach 2 Wochen die Säure zu dreiviertel mit titrirter Ammonflüssigkeit abgestumpft, worauf dann Schimmel sich entwickelte.

Die Normallösung erhielt 0,016 Prozent $MgCl_2$
und 0,006 Prozent $CaCl_2$
womit dann Lösungen mit Abwesenheit dieser Nährsalze und Ersatz des Ca durch Ba und Sr bei An- und Abwesenheit von Magnesiumsalz verglichen wurden. Die folgende Tabelle erläutert diese Combinationen (a—h). Da wo nur Calcium und nur Baryum vorhanden war, stellte sich eine Rothfärbung der Flüssigkeit ein, auch hatten sich hier nächst der Normallösung die meisten Sporen gebildet, während bei den übrigen die Sporenbildung nur sehr gering war oder fehlte. Die Sporen hatten überall eine röthliche Färbung.

Die nach 7 Wochen gesammelte und getrocknete Ernte betrug bei:

| | | | |
|---|---|---|---|
| a) | Mg, | Ca . . | 0,498 g |
| b) | Mg, | — . . | 0,153 |
| c) | — | Ca . . | 0,491 |
| d) | — | — . . | 0,026 |
| e) | Mg, | Ba . . | 0,201 |
| f) | Mg, | Sr . . | 0,190 |
| g) | — | Ba . . | 0,216 |
| h) | — | Sr . . | 0,103 |

Es ergiebt sich hieraus, dass bei Abwesenheit von alkalischen Erden bei d sich nur eine Minimalmenge Schimmel entwickelte [29]), und dass jene 4 Elemente sich bei den Schimmel-Pilzen zu einem gewissen Grade vertreten können.

29) Vielleicht in Folge der haushälterischen Verwerthung der in den ausgesäten Sporen enthaltenen Mineralstoffe.

**72.** Ausschluss von Chlor und Schwefel bei Schimmelpilzkulturen. Als Nährmittel wurde Ammonacetat angewendet. Im einen und andern Falle entwickelte sich eine nicht unerhebliche Schimmelvegetation. Die Vermuthung jedoch, als sei bei dem Ausschluss von Schwefel auch ein schwefelfreier Proteinkörper entstanden, bewahrheitete sich nicht; denn die Ernte gab mit schwacher Kalilösung erwärmt, nach dem Ansäuern, auf einem darüber gehängten mit Bleiessig getränkten Papierstreifen sofort eine deutliche Reaction auf Schwefelwasserstoff zu erkennen.[30]) Entweder haben hier kaum nachweisbare Spuren von Sulfaten in den verwendeten Nährsubstanzen eine Rolle gespielt oder es fanden aus der Luft Spuren von Schwefelwasserstoff ihren Weg in die mit Baumwollpfropf verschlossenen Kolben, die dann zur Assimilation dienten.

**73.** Diosmose von Kalium- und Natrium-Phosphat. Bei den Fragen, die wir uns über die physiologische Rolle der Mineralstoffe vorlegten, schien es wünschenswerth, über die relative Schnelligkeit der Diosmose des Kalium- und Natriumphosphats in verdünnter Lösung einige Versuche anzustellen.

5 g Dikaliumphosphat, in 200 cc Wasser gelöst wurden in einem cylindrischen, oben offenen, unten mit Pergamentpapier verbundenen Gefäss 36 Stunden bei 18—20° diosmiren lassen. Das in die äussere Flüssigkeit übergegangene Phosphat betrug nach dem Abdampfen und Glühen 1,850 g, entsprechend 1,951 g $K_2HPO_4$. Das Diaphragma hatte 44,1 qcm also waren per Stunde und Quadratcentimeter 0,00126 g diosmirt.

---

30) Auf diese Weise lässt sich auch der Schwefelgehalt des Spaltpilzproteins unzweifelhaft darthun. Schon sehr kurze Erwärmung der Pilze mit sehr verdünnter Kalilösung reicht hin, den Schwefel theilweise abzuspalten.

In ganz gleicher Weise wurde der Versuch mit der aequivalenten Menge Dinatriumphosphat angestellt und die Menge des per Stunde und Quadratcentimeter diosmirten $Na_2HPO_4$ zu 0,00133 g gefunden. Das moleculare Verhältniss des diosmirten Kalium- und Natriumsalzes ist daher 1:1,291. Im Anschluss hieran fragte es sich, wie sich die Diosmose dieser Salze gegeneinander gestalten würde. Es wurde desshalb eine Lösung von 5 g Dikaliumphosphat in 200 cc Wasser in den Dialysator (40 qcm) gegeben und gegen 200 cc Lösung der aequivalenten Menge Dinatriumphosphat diosmiren lassen. Die übrigen Verhältnisse (Zeit und Temperatur) waren genau dieselben wie oben. Aus der äussern Flüssigkeit wurde nachher erhalten: 2,679 Kaliumplatinchlorid. In der innern Flüssigkeit wurde der Gesammtglührückstand bestimmt und davon die darin enthaltene Phosphorsäure und Kali abgezogen. Aus der Differenz berechnete sich die Menge des Dinatriumphosphats zu 0,957 g. Es war also per Stunde und Quadratcentimeter 0,000666 g Dikaliumphosphat nach aussen und 0,000662 g Dinatriumphosphat nach innen diosmirt. Die Diosmose war also hier noch einmal so langsam wie oben, und als moleculares Verhältniss ergiebt sich 1:1,217.

---

Nachtrag zur Sitzung vom 7. Februar 1880

Herr v. Nägeli übergiebt und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heupilzen" von Dr. Hans Buchner.

Die Annahme, dass bestimmte Spaltpilzformen als Ursache der Infectionskrankheiten zu betrachten seien, brachte zunächst noch keine Aufklärung über den Ursprung der Contagien. Denn es gelang nicht, contagiös wirkende Schizomyceten in der Natur aufzufinden, während andererseits die gelegentliche spontane Entstehung mancher contagiöser Krankheiten doch unbezweifelt feststand. Erst die durch Nägeli auf Grund allgemeiner physiologischer Thatsachen aufgestellte Theorie von der functionellen Anpassung der Spaltpilze als Krankheitserreger gewährte eine befriedigende Vorstellung über diese Fragen.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend wurde die folgende experimentelle Untersuchung unternommen, welche in dem pflanzenphysiologischen Institut des Herrn Professor v. Nägeli ausgeführt worden ist. Dieselbe hat den erwarteten genetischen Zusammenhang derjenigen Pilze, welche das Milzbrandcontagium bilden, mit einer bestimmten, natürlich und in grosser Verbreitung vorkommenden, an und für sich nicht infectionstüchtigen Pilzform, und die Möglichkeit wechselweiser Umwandlung der einen in die andere ergeben.

Diese verwandte Form bilden die sogenannten Heupilze, welche in Heuaufgüssen sich finden und vor den übrigen, dort vorkommenden Schizomyceten dadurch ausgezeichnet sind, dass sie bei mehrstündigem Kochen solcher Aufgüsse ihre Lebensfähigkeit bewahren, während alle übrigen Formen getödtet werden. Hiedurch bietet sich ein einfaches Mittel, dieselben rein zu cultiviren und auf ihre Eigenschaften zu untersuchen. Es zeigt sich denn, dass weitgehende Analogien im morphologischen und chemischen Verhalten zwischen diesen Heupilzen und den Bacterien des Milzbrandes vorhanden sind.

Die morphologische Uebereinstimmung war schon seit einigen Jahren (zuerst durch F. Cohn) bekannt. In beiden Fällen finden sich cylindrische Stäbchen oder Fäden von 0,6 — 1,2 $\mu$ Breite, an denen entweder unmittelbar oder durch Jodtinctur, Eintrocknen etc., oder erst nach Einwirkung einer bestimmten, hiezu geeigneten Ernährungsweise die Zusammensetzung aus Gliedern erkannt wird, deren Länge bald dem Breitendurchmesser entspricht, bald um das 2—3fache denselben übertrifft. Die kürzeren Glieder entsprechen je einer einzelnen, die längeren je zwei, noch unvollständig getrennten Zellen.[1]) Charakteristisch ist dabei das Vorkommen von Winkel-Stäbchen, welche aus je zwei, an den Enden noch lose zusammenhangenden, und in einem stumpfen Winkel gegen einander geneigten, einfachen Stäbchen bestehen. Die Sporenbildung erfolgt in der Weise, dass die Zellen sich ein wenig in die Länge strecken

1) Diess ist der Grund, wesshalb Cohn's Bezeichnung dieser Pilzformen als „Bacillen“ hier nicht beibehalten wird, da mit diesem Namen die irrige Vorstellung verknüpft ist, als beständen die Stäbchen je aus einer einzigen langgestreckten Zelle. — Die Behauptung A. Frisch's, dass die Milzbrandstäbchen nicht cylindrische, sondern platte bandförmige Gebilde seien, beruht auf Täuschung, wie sich beim Rollenlassen der Pilze unter dem Mikroskop leicht ergibt.

und dann die stark lichtbrechende, etwas längliche Spore in ihrem Inneren entwickeln.[1]) Die physiologische Ursache der Sporenbildung aber liegt in dem eintretenden Mangel an Ernährungsmaterial.

In chemischer Hinsicht ist beiden Formen ein hohes Sauerstoffbedürfniss und ausserdem noch eine Reihe anderer Merkmale gemeinsam. Zur Ernährung dienen beiden am besten Eiweiss und peptonartige Substanzen, während einfachere Verbindungen, beispielsweise weinsaures Ammoniak, auch bei Zuckerzusatz, dazu nicht geeignet sind. Die Zersetzung der Nährsubstanzen, welche in Folge des Wachsthums der Pilze eintritt, zeigt mit der Fäulniss mannigfache Analogien, ohne jedoch mit ihr identisch zu sein. Vorhandene Formelemente, z. B. Muskelfasern, zerfallen wie dort zu einem Brei von schmutziggrauer Farbe; die Reaction der Lösung wird stark alkalisch, und theilweise finden sich auch die nämlichen krystallinischen Zersetzungsproducte. Ebenso wie dort bilden sich Stoffe, die auf den Thierkörper als chemische Gifte wirken, in ähnlicher Weise wie das putride Gift. Im Gegensatze zur Fäulniss aber wird hier kein eigenthümlich widriger, sondern nur ein rein ammoniakalischer Geruch wahrgenommen, der unter Umständen sehr intensiv sein kann. Milchzucker wird von diesen Pilzformen nicht vergoren. Dagegen gelangen Fermente zur Ausscheidung, die coagulirtes Albumin zu lösen im Stande sind. Eiweisswürfel in Flüssigkeiten, welche Reinculturen von Heu- oder Milzbrandbacterien enthalten, werden nach einiger Zeit durchscheinend und zerfallen nach und nach vollständig.

In allen diesen Beziehungen verhalten sich beide Pilz-

---

1) Es ist durchaus unnöthig, dass die Stäbchen, wie Koch (Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn II. 3. H. 1877) meint, vor der Sporenbildung erst zu langen Fäden auswachsen müssten. Auch die kürzesten Stäbchen können Sporen entwickeln, wenn die Bedingungen dazu gegeben sind.

formen in gleicher Weise. Dennoch existirt aber eine Reihe von unterscheidenden Merkmalen. Bezüglich des Wachsthums zeigt sich, dass bei ruhender Nährlösung die Milzbrandbacterien stets am Boden in Form zarter Wolken vegetiren, während die Heupilze durch eine besondere Neigung und Fähigkeit zur Bildung fester und oberflächlich trockner Decken ausgezeichnet sind. Diese sehr auffallende Verschiedenheit ist für die Beurtheilung, mit welcher der beiden Pilzformen man im gegebenen Falle zu thun habe, von grosser Bedeutung. Physiologisch wichtiger aber ist der Unterschied in den quantitativen Verhältnissen des Wachsthums.

In dieser Beziehung lehren die Versuche, dass in künstlichen Nährlösungen die Heubacterien stets reichlicher vegetiren als die andern. Bei gleichzeitiger Aussaat gleicher Mengen von Heupilzen und Milzbrandbacterien in gleiche Quantitäten von Nährlösung findet sich in jedem Zeitabschnitt die Menge der gebildeten Heubacterien grösser als diejenige der andern Pilzform. Und dieses Verhältniss bleibt dasselbe, wenn auch in beiden Fällen die Nährlösungen continuirlich geschüttelt werden, wodurch jeder Unterschied hinsichtlich der Sauerstoffzufuhr hinwegfällt. Denn bei Ruhe wären allerdings die deckenbildenden Heupilze in dieser Beziehung gegenüber den anderen bevorzugt.

Zweierlei Thatsachen dienen zur Erläuterung dieses Verhaltens. Erstens vermögen die Heubacterien nicht nur Eiweiss resp. Pepton, sondern auch gewisse einfachere krystallisirende Verbindungen noch zu assimiliren, wie z. B. Leucin und Asparagin, welche den Milzbrandbacterien unzugänglich sind, und sie werden auch durch Zuckerzusatz zur Nährlösung sehr begünstigt. während derselbe auf die Menge der sich bildenden Milzbrandbacterien ohne wahrnehmbaren Einfluss bleibt. Letztere haben desshalb nur eine äusserst beschränkte Auswahl von Nahrungsstoffen, da ihnen fast

nur Eiweiss und Pepton zu taugen scheint. Zweitens zeigen sich die Heubacterien bei weitem widerstandsfähiger gegen nachtheilige Einwirkungen; sie ertragen, im Gegensatze zu den Milzbrandbacterien, eine bestimmte schwach saure und eine stark alkalische Reaction der Nährlösung noch ohne merkliche Behinderung des Wachsthums [1]) und werden auch weniger benachtheiligt durch die Anwesenheit anderer schädlich wirkender Substanzen z. B. ihrer eignen Zersetzungsstoffe.

Die Wirkung dieser beiden Umstände wird in den meisten Fällen nicht von einander zu trennen sein. Uebrigens sind die Heupilze noch in einer andern Hinsicht ausgezeichnet, nämlich in der schon erwähnten Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen, worin sie alle bekannten Organismen und namentlich die Milzbrandbacterien bei weitem übertreffen.

In allen diesen Beziehungen sind sonach die Heubacterien erheblich günstiger situirt als jene andern, und bei Aussaat beider Pilzformen in die nämliche künstliche Nährlösung dürfte man mit Sicherheit darauf rechnen, stets in Kurzem eine Ueberflügelung und Verdrängung der Milzbrandbacterien zu erhalten.

Merkwürdiger Weise kehrt sich aber dieses Verhalten vollständig um, sobald die beiden Pilzformen in den leben-

1) Das verschiedene Verhalten gegen geringe Säuremengen bietet ein weiteres Mittel zur Unterscheidung beider Pilzformen. Eine Lösung von passendem Säuregrad ist z. B. kaltbereiteter, während einiger Zeit auf 110—120° C. (zur Tödtung aller Pilze) erhitzter Heuaufguss. In dieser Flüssigkeit vermehren sich ausgesäte Heupilze rasch und reichlich, und es erfolgt jedesmal die Bildung einer trocknen, gekräuselten Decke, die vorzugsweise aus Sporen besteht. Milzbrandbacterien dagegen sind überhaupt unfähig, in dieser, wenn auch nur sehr schwach sauren Lösung sich zu vermehren, und es entsteht desshalb keine Vegetation, mag man auch die Aussaat derselben beliebig oft wiederholen.

den **thierischen Organismus** gebracht werden. Während die Heubacterien, zum Wachsthum unfähig, wie eine todte Masse im Gewebe liegen, und etwa durch Eiterung eliminirt werden oder, in's Blut eingespritzt, spurlos zu Grunde gehen, so finden die Milzbrandbacterien im Gegentheil gerade dort ihre günstigste Vermehrungsstätte. Bei geeigneten Thierarten zeigt sich, dass jedesmal auf die Einbringung einer verhältnissmässig sehr geringen Anzahl dieser Pilze in den Körper innerhalb bestimmter, kurzer Zeit der Tod des Thieres erfolgt, und dass dann im Blute, namentlich aber in gewissen Organen die Milzbrandbacterien sich ganz ausserordentlich vermehrt haben.

Um nun die Frage des genetischen Zusammenhangs dieser beiden Pilzformen aufzuhellen, war es nöthig, die Constanz der Eigenschaften zu prüfen. Hiezu aber waren Reinculturen erforderlich, zu denen es bei den Milzbrandbacterien erst eines besondern Verfahrens bedurfte. Es scheint mir vor allem nöthig, auf diesen Punct etwas näher einzugehen.

## Methoden der Reincultur.

Bisher sind hauptsächlich zwei Methoden zur Gewinnung von Reinculturen pathogener Pilze angegeben und benützt worden.

Die eine ist die „Methode der fractionirten Cultur" von **Klebs**. Sie besteht wesentlich in der fortgesetzten Uebertragung kleiner Mengen von Pilzflüssigkeit aus den abgelaufenen Culturen in neue pilzfreie Nährlösung. Auf diese Weise hofft **Klebs**, „etwaige Verunreinigungen, die in der Ursprungsflüssigkeit enthalten sein mögen, zu entfernen und denjenigen Körper rein zu erhalten, welcher in der ersteren in überwiegender Menge vorhanden war." [1])

---

1) Archiv f. experimentelle Pathologie Bd. I. S. 46.

Es wird nöthig sein, auf die Voraussetzungen dieses Verfahrens mit einigen Worten einzugehen. Dabei sei bemerkt, dass unter den von Klebs erwähnten „Verunreinigungen" jedenfalls nur vermehrungsfähige Organismen verstanden werden können, und zwar irgend welche Formen von Schizomyceten z. B. Fäulnisspilze, wie solche fast stets in grösserer oder geringerer Zahl in den pathologischen Flüssigkeiten und krankhaften Geweben sich vorfinden werden, von denen der Ausgang zur Gewinnung von Reinculturen pathogener Pilze zu nehmen ist. Angehörige einer andern Gruppe der niederen Pilze, z. B. die Schimmelpilze, auszuschliessen, dies ist durch die Wahl der Ernährungsbedingungen in der Regel so leicht, dass es hiezu keines besondern Verfahrens bedarf.

Das Zahlenverhältniss zweier Spaltpilzformen in der gleichen Cultur wird nun bestimmt, einmal durch die anfänglich vorhandene Individuenzahl der einen und andern Form, alsdann durch die Schnelligkeit der Vermehrung, welche für jede Pilzform von deren Organisation und von den besondern Ernährungsbedingungen des Versuchs abhängt. Setzen wir den mittleren Fall, dass beiderlei Formen gleichschnell ihre Zahl verdoppeln und demnach gleichviel Generationen in derselben Zeit zurücklegen, so ist ersichtlich, dass dann niemals auf dem Wege der fractionirten Züchtung eine Reincultur erzielt werden kann. In allen übrigen Fällen dagegen wird es allerdings, bei fortgesetzter Uebertragung kleiner Mengen der Züchtung in einen Vorrath neuer (als völlig pilzfrei vorausgesetzter) Nährlösung, dahin kommen müssen, dass der eine Organismus, nämlich der schneller wachsende, den andern schliesslich vollständig aus der Cultur verdrängt. Für diesen Erfolg ist es aber natürlich principiell gleichgültig, welches das Verhältniss der Individuenzahl beider Pilzformen in der Ausgangscultur gewesen. Nur die Zeit wird hiedurch beeinflusst, welche

unter sonst gleichen Umständen zur Verdrängung der einen Pilzform benöthigt ist.[1])

Es ergibt sich hieraus, dass die „Methode der fractionirten Cultur" in der That in den allermeisten Fällen schliesslich zu einer Reincultur führen wird. Diese Reincultur aber enthält denjenigen Pilz, der unter den vorhandenen Bedingungen sich schneller vermehrt, und nicht, wie Klebs meint, denjenigen, der „in der Ursprungsflüssigkeit in überwiegender Menge vorhanden war."

Sollte daher die erwähnte Methode ihren Zweck erfüllen, so müsste der pathogene Pilz jedesmal zugleich der schneller wachsende sein. Da man jedoch hiefür keine Sicherheit besitzt, schon desshalb weil die Verunreinigungen zufällige und darum ihrer Natur nach unbekannt sind, so ergibt sich, dass die „Methode der fractionirten Cultur" zur Reinzüchtung pathogener Pilze unbrauchbar ist.[2])

---

1) Um eine Vorstellung zu geben, wie rasch unter Umständen diese Verdrängung erfolgen kann, will ich ein bestimmtes Beispiel anführen. Es betrage die Generationsdauer der schneller wachsenden Pilzform 25 Minuten — eine Zahl, die als Durchschnittswerth für die gewöhnlichen Fäulnissbacterien aus vielfachen, mit Dr. Walter Nägeli gemeinschaftlich angestellten Versuchsreihen erhalten wurde, jene der langsamer wachsenden dagegen 40 Minuten. In diesem Falle zeigt sich, dass, selbst unter der Annahme einer tausendmillionenmal grösseren Menge der langsamer wachsenden Form in der Ausgangsflüssigkeit, dennoch bei häufiger (etwa 10maliger) Umzüchtung schon nach 80 Stunden eine nahezu vollständige Verdrängung dieser letzteren Pilzform aus der Cultur stattfindet.

2) Die Milzbrandbacterien vermehren sich in allen künstlichen Nährlösungen langsamer als die gewöhnlichen Fäulnisspilze, wesshalb die Anwesenheit der letzteren in einer Züchtung von Anthraxpilzen bei fractionirter Cultur stets eine Verdrängung der pathogenen Pilze zur Folge hat. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch andere Krankheitspilze in dieser Beziehung den Milzbrandbacterien sich analog verhalten, weil sie ja stets an die Ernährungsverhältnisse im thierischen Körper und nicht an künstliche Nährlösungen angepasst sind.

Eine zweite Methode ist die neuerdings von Pasteur[1]), speciell zur Reincultur der Milzbrandbacterien in Anwendung gebrachte. Anthraxkranken Thieren wurde unter gewissen Vorsichtsmassregeln gegen das Eindringen fremder Keime, nach einem schon seit 1863 geübten Verfahren, Blut entnommen, und davon eine kleine Menge zur Aussaat in pilzfreien Harn verwendet.

Es ist kein Zweifel, dass Pasteur wirkliche Reinculturen der genannten Pilze erhalten hat, da er das sicherste Kennzeichen derselben erwähnt, nämlich das mit blossem Auge erkennbare Wachsthum der Pilze „en filaments tout enchevêtrés, cotonneux" (verwickelte, wollige Fäden), ohne dass die in den Zwischenräumen dieser Fäden (die aus ganzen Bündeln von Pilzfäden bestehen) befindliche Flüssigkeit nur im geringsten getrübt wäre. Diese Trübung müsste nämlich eintreten, wenn andere, sich vermehrende und in der Lösung umherschwimmende Schizomyceten, z. B. Fäulnisspilze, wie sie gewöhnlich die Verunreinigungen bilden, zugegen wären.

Gleichwohl mangelt diesem Verfahren die wünschenswerthe Sicherheit und eine allgemeine Anwendbarkeit. Denn zu seinem Gelingen wird erfordert, dass in der ursprünglichen Blutportion kein einziger fremder Pilz zugegen sei, der sich bei der Züchtung rascher vermehren könnte als der pathogene. Ausserdem ist die Methode nur dann ausführbar, wenn die Pilze im Blute sich finden, und auch für diesen Fall nur bei grösseren Thieren, deren Blutgefässe die nöthigen Dimensionen besitzen.

Aus diesen Gründen habe ich ein anderes Verfahren in Anwendung gebracht, welches die erwähnten Nachtheile nicht besitzt. In der Milz von Thieren, die an Anthrax

1) Comptes rendus Bd. 84. S. 900.

verendet sind, finden sich Milzbrandbacterien in grosser Zahl und jedenfalls bei weitem in überwiegender Menge gegen andere, zufällig anwesende Spaltpilze. Es ist also nur erforderlich, die Milzpulpa zu zerreiben und mit pilzfreiem Wasser so hochgradig zu verdünnen, dass auf einen nicht zu kleinen Raumtheil, z. B. 10 cmm, nur mehr durchschnittlich je ein einziger Pilz trifft. Nimmt man nun diese letztere Menge zur Infection der Nährlösung, so ist der e i n e Pilz, den man damit durchschnittlich zur Aussaat bringt, höchst wahrscheinlich von derjenigen Form, die in der Milz bei weitem in Ueberzahl vorhanden war d. h. also ein Anthraxpilz.[1])

Dieses Isolirungsverfahren hat mir in der That sehr brauchbare Resultate und nur selten einen Misserfolg ergeben. Die Erlangung einer Reincultur von Milzbrandbacterien kann nach den oben gemachten Bemerkungen mit voller Sicherheit constatirt werden, weil das Wachsthum dieser Pilze in eigenthümlicher, schon dem blossen Auge erkennbarer Weise erfolgt.

Eine klare, pilzfreie Nährlösung, z. B. von 0,5 Procent Liebig'schem Fleischextract, die mit hoher Verdünnung von zerriebner Anthraxmilz inficirt wurde, zeigt bei Körpertemperatur folgendes Verhalten. Nach Ablauf von etwa

1) Sobald die richtige Grenze der Verdünnung überschritten wird, bleibt natürlich ein Theil der Aussaaten erfolglos, weil kein Pilz mehr durch dieselben übertragen wurde. Hierin bietet sich, nebenbei bemerkt, ein Mittel, um die Menge der Pilze im Ausgangsmateriale zu bestimmen. Wenn z. B. von einer grösseren Zahl gleichzeitiger Aussaaten die Hälfte ohne Erfolg bleibt, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass in dem zu den Infectionen verwendeten Raumtheil der Verdünnung noch ein Pilz vorhanden war, gleich $^1/_2$. Aus dieser Grösse und der bekannten Verdünnungszahl lässt sich die ursprüngliche Pilzmenge berechnen. Beispielsweise habe ich in einem bestimmten Falle den Bacteriengehalt der Milz einer an Anthrax verendeten Maus zu $7^1/_2$ Millionen im Cubikmillimeter gefunden.

18 Stunden erscheinen die ersten Spuren der Vegetation in Gestalt vereinzelter, zierlich gekräuselter Wölkchen am Boden der völlig klaren Flüssigkeit. Allmählig breiten sich diese nun aus und überdecken den ganzen Boden des Gefässes mit einer zarten, leicht beweglichen Wolke von geringer Höhe. Damit ist die Vegetation zu Ende. Modificationen dieses Vorganges treten nur insoferne ein, als sehr häufig schon frühzeitig gekräuselte Ranken, welche aus Bündeln von Milzbrandfäden bestehen, von den am Boden lagernden Wolken sich erheben und die klare Flüssigkeit mit einem ungemein zierlichen Flechtwerk durchziehen. Eine geringe Erschütterung genügt schon, diese zarten Bildungen zu zerstören. Ihr Aussehen stimmt vollständig überein mit der oben citirten Beschreibung, welche Pasteur von den mit blossem Auge wahrnehmbaren „verwickelten, wolligen" Fäden gibt, die sich bei seinen Reinculturen der Milzbrandbacterien in der vollständig klaren Nährlösung gebildet hatten.

Diese zierlichen Gebilde sind so charakteristisch, dass sie bei einiger Uebung kaum mit irgend welchen Vegetationserscheinungen anderer Pilze verwechselt werden können. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass dieselben ausschliesslich aus Stäbchen oder Fäden des Anthraxpilzes bestehen. Ungemein viel sicherer zeugt aber das fortwährende Hellbleiben der Nährlösung dafür, dass keine fremden Schizomyceten, insbesondere keine vermehrungsfähigen Fäulniss- oder Heu-Pilze zugegen sind. Denn ein einziges ursprünglich vorhandenes Individuum der letzteren Formen müsste sich sehr bald soweit vermehrt haben, dass dadurch, in Folge des Umherschwimmens dieser Pilze, Trübung der Nährlösung bewirkt würde.

---

Als Anhang zum Vorausgehenden scheint es mir nöthig, einige Bemerkungen über die bei der Pilzzüchtung erforder-

lichen Vorsichtsmaassregeln zu machen, hauptsächlich desshalb, weil die Methodik der Pilzculturen noch sehr im argen liegt, und die richtigen Grundsätze noch keineswegs allgemeine geworden sind.

Häufig wird schon der Fehler begangen, dass man Gefäss, Nährlösung und Verschlusspfropf, jedes für sich, desinficirt und erst nachträglich das ganze vereinigt, wobei staubhaltige Luft miteingeschlossen werden kann. Dass Erwärmen auf 60 oder 80° C. oder auch auf Siedehitze zur vollständigen Desinfection, d. h. zur Tödtung aller Pilze nicht genügt, darf jetzt wohl als bekannt gelten. Ich brauche in dieser Beziehung nur daran zu erinnern, dass die Heupilze selbst durch vielstündiges Kochen ihre Lebensfähigkeit nicht verlieren.

Eine Quelle möglicher Fehler liegt stets im Oeffnen der Züchtungsgefässe zum Zwecke der Einbringung der Aussaat. Indess ist diese Gefahr bei weitem geringer, als man gewöhnlich annimmt; sie scheint nur desshalb so gross, weil alle Verunreinigungen, die in Folge ungenügender Desinfection der Züchtungsgefässe oder der zur Aussaat gebrauchten Instrumente u. s. w. auftreten, in der Regel auf das Eindringen von Pilzstäubchen aus der Atmosphäre zurückgeführt werden. Nun ist aber der Pilzgehalt der Luft überhaupt nicht so sehr bedeutend. Bei messenden Versuchen ergab sich derselbe für den Arbeitsraum, in welchem diese Untersuchungen ausgeführt wurden, durchschnittlich zu 10 Spaltpilzen im Liter.[1]) Dann ist zu bedenken, dass Pilze und pilzführende Stäubchen in Folge ihrer Kleinheit in der Luft nur äusserst langsam herabsinken und von den leisesten Luftströmungen schon in die Höhe getragen werden. Während der kurzdauernden

1) Im Freien zeigte sich derselbe weit geringer.

Oeffnung des Züchtungsgefässes könnten dieselben daher jedenfalls nur eine ungemein kleine Strecke herabsinken, und von einem eigentlichen Hineinfallen kann offenbar gar keine Rede sein. Ihr Eindringen ist vielmehr nur dadurch möglich, dass sie mit der Luft, in welcher sie schweben, zugleich in die Züchtungsgefässe gerathen. Gefahr wäre also vorhanden, wenn grössere Luftquantitäten während der Oeffnung des Culturapparates in dasselbe eintreten. Dies ist aber bei enghalsigen und ziemlich kleinen Gefässen, wenn sie die Temperatur der umgebenden Luft besitzen, nicht zu befürchten.[1])

Um übrigens die Brauchbarkeit des gewöhnlichen Verfahrens der Uebertragung der Reinculturen von Glas zu Glas zu illustriren, theile ich einen Versuch mit, den Herr Dr. Max Gruber im selben Raume ausgeführt hat, in welchem meine Experimente unternommen worden waren. Aus 4 pilzfreien Züchtungsgefässen mit einer Lösung von 0,5 Procent Fleischextract wurde in 46 ebensolche pilzfreie Gefässe je eine kleine Flüssigkeitsmenge, genau wie sonst bei den Aussaaten, übertragen. Alle 50 Gläser kamen dann in den Brütofen. Nach 5 Tagen waren alle klar und ohne Pilzvegetation. In keinem dieser 50 Fälle wäre daher, bei Uebertragung von Reinculturen, ein Pilz aus der Luft störend dazwischen gekommen.[2])

---

1) Je staubfreier der Arbeitsraum gehalten werden kann, desto besser; nasser Boden und feuchte Wände wären am günstigsten. Die Anwendung des antiseptischen Spray dagegen, die einige Pilzforscher von den Chirurgen entlehnt haben, ist hier völlig unzweckmässig. Dieses Verfahren kann nur den Erfolg haben, einen Theil der in der Luft befindlichen Pilzstäubchen zu benetzen und dadurch zum sofortigen Niederfallen zu bringen, wodurch gerade das Umgekehrte von dem Gewünschten erreicht wird. Denn an eine Tödtung der Pilze durch kurzdauernde Berührung mit der antiseptischen Flüssigkeit ist nach den darüber angestellten Versuchen nicht zu denken.

2) Eine Beobachtungsdauer von 5 Tagen genügt zu dieser Ent-

Die Gefahr einer Verunreinigung durch Luftpilze ist also, bei richtigem Verfahren, sehr gering; trotzdem ist dieselbe stets vorhanden, und kann desshalb Sicherheit nur durch fortwährende Controle erlangt werden, die bei den Milzbrandbacterien durch die erwähnten, mit blossem Auge wahrnehmbaren Merkmale der Reinculturen und durch die charakteristischen Formen dieser Pilze unter dem Mikroskop sehr erleichtert ist. Zur fortgesetzten Cultur der Milzbrandbacterien habe ich mich übrigens eines Apparates bedient, der jene Gefahr vermied, indem er die Uebertragung der Pilze in neue Nährlösung im pilzfreien Raume ermöglichte.

Derselbe bestand aus einem grossen Gefässe zur Aufnahme der Reservenährlösung und einem kleinen, durch einen seitlichen Tubus damit verbundenen Züchtungsgefäss, in welches aus dem Reserveglas, durch einfaches Neigen des letzteren, Nährlösung zufliessen konnte. Die nach aussen führenden Oeffnungen beider Gefässe wurden pilzdicht verschlossen, das ganze im Dampfkessel keimfrei gemacht.

---

scheidung vollständig, weil die Uebertragung der Reinculturen jedesmal sogleich nach Beendigung des Wachsthums, also spätestens nach 2 Tagen ausgeführt wird. Ein anderes ist es mit der weiteren Frage, ob in jene 50 Gläser absolut keine lebensfähigen Keime aus der Luft gelangt waren. Hiezu bedarf es einer viel längeren Beobachtungsdauer, weil die im Zimmerstaub vorkommenden Pilze in Folge von Austrocknung etc. meist sehr geschwächt sind und desshalb oft lange zu ihrer Erholung und zum Eintreten eines merklichen Wachsthums bedürfen. In der That hatte sich im angeführten Falle nach 18 Tagen in 3 von den 50 Gläsern eine spärliche Pilzvegetation entwickelt, während die übrigen 47 dauernd klar blieben. Es ist also stets zu bedenken, dass das Hineinfallen eines Pilzstäubchens in die Züchtung noch keineswegs die Reinheit derselben für die Folge zu vernichten braucht. Im Gegentheil werden in den allermeisten Fällen solche Luftpilze hinter den rascher wachsenden reincultivirten in der Vermehrung zurückbleiben und auf diese Weise wieder unschädlich eliminirt werden.

Hierauf inficirte ich das Züchtungsgefäss unter kurzdauernder Oeffnung des Verschlusses mit einer Reincultur von Milzbrandbacterien. Von da an brauchte dieser Verschluss nicht mehr geöffnet zu werden. Nach Ablauf der Vegetation im Züchtungsgefässe konnte die Pilzflüssigkeit aus dessen Boden durch eine verschliessbare, enge Oeffnung abgelassen werden, die weder ein Eintreten von Luft noch einen Rücktritt der abgelaufenen Pilzflüssigkeit gestattete und daher jedem fremden Pilze den Eingang verwehrte. Die dabei im Züchtungsgefäss zurückbleibenden Reste der Pilzflüssigkeit dienten jedesmal zur weiteren Infection der aus dem Reserveglas hinzugegebenen Nährlösung. Solange diese Reservenährlösung reichte, konnte mit dem Apparate fortgezüchtet werden; bei täglich 1- bis 2-maliger Zugabe neuer Nährlösung dauerte dies mitunter bis zu 1 ½ Monaten.

## Umänderung der Milzbrandbacterien in Heubacterien.

Unter Anwendung dieses Verfahrens liess ich reine Milzbrandbacterien in Lösungen von Fleischextract, mit oder ohne Pepton- oder Zuckerzusatz bei einer Temperatur von 35—37° C. sich vermehren. Da diese Pilze bei Ruhe nur am Grunde der Flüssigkeit vegetiren, wodurch eine ungleichmässige Ernährung bewirkt würde [1]), so bediente ich mich eines Schüttelapparates, der dem Züchtungsgefäss eine constante Bewegung ertheilte. Hiedurch war zugleich für eine reichlichere Zufuhr von Sauerstoff Sorge getragen. Mit den erhaltenen Pilzflüssigkeiten wurden fortlaufende Infectionsversuche bei weissen Mäusen gemacht, die für Milzbrand sehr empfänglich sind, und überdies keine merk-

---

1) Die obersten Schichten der Pilze sind alsdann in Bezug auf Sauerstoff und andere Ernährungsmaterialien ungünstiger situirt als die untersten.

liche Verschiedenheit der individuellen Disposition für diese Krankheit erkennen lassen.[1])

Das Ergebniss dieser Züchtungsversuche mit parallel gehenden Impfungen bestand merkwürdiger Weise zunächst darin, dass die infectiöse Wirksamkeit der Pilze um so geringer wurde, je mehr Generationen dieselben in der künstlichen Nährlösung zurückgelegt hatten. So oft auch der Versuch von vorne d. h. mit einer vom Thiere her direct gewonnenen Reincultur sehr wirksamer Bacterien begonnen wurde, so war doch dieses Resultat immer das gleiche; trotz der vollkommnen morphologischen Uebereinstimmung aller durch die Züchtung erhaltenen Pilze, trotzdem bei der völligen Gleichheit ihres chemischen Verhaltens und ihrer Wachsthumsweise nicht der geringste Zweifel über die Abstammung der unwirksamen von den wirksamen existiren konnte, so zeigte sich doch bei allen diesen Versuchen, dass die anfangs positiv ausfallenden Impfungen nach einiger Zeit keinen Erfolg mehr hatten.

So ergab ein Versuch mit Züchtung der Milzbrandbacterien in einer Lösung von 10 Theilen Liebig'schen Fleischextracts und 8 Theilen Pepton auf 1000 Wasser, dass die Impfungen mit der 1., 2., 3. und 4. Pilzzüchtung

---

1) Die Methodik dieser Infectionsversuche war folgende: In die Rückenhaut wurde ein kleiner Schnitt gemacht, mit stumpfer Sonde eine Tasche unter der Haut gebildet, und in diese das ringförmig eingebogene Ende eines Drathes eingeführt, in dessen Oeffnung eine bestimmte Menge durch Adhäsion und Cohäsion (in Form eines Doppelmeniscus) festgehaltner Pilzflüssigkeit sich befand. Die Infectionsinstrumente wurden vor jeder Operation ausgeglüht. — Zur Constatirung des Milzbrandes dient die mikroskopische Untersuchung von Milz und Lunge, in welchen sich beim Anthrax der Mäuse die ihrer Grösse und besondern Form wegen leicht erkennbaren Milzbrandbacterien massenhaft angehäuft finden. Unter Umständen wurden auch Controlimpfungen und Weiterzüchtungen der aufgefundenen Pilze ausgeführt.

sämmtlich Milzbrand erzeugten, jene dagegen mit der 5., 6., 7. und 8. kein positives Ergebniss hatten, soferne bei diesen die gleiche Pilzmenge wie bei den ersteren zur Anwendung kam. Anders gestaltete sich dieses Verhältniss, wenn bei den späteren Impfungen zur Verwendung grösserer Impfmengen übergegangen wurde.

In einem Versuche mit Ernährung durch blosse Fleischextractlösung erwies sich beispielsweise bei Anwendung einer geringen Impfquantität die 1. Pilzzüchtung noch als wirksam, dagegen nicht mehr die 2. 3. und 4. bei der gleichen Menge. Als nun mit grösseren Pilzquantitäten geimpft wurde, war wieder wirksam die 5. Züchtung; unwirksam dagegen blieb schliesslich die 6. Ein anderesmal, bei Ernährung mit Fleischextract, Pepton und Zucker war die 2. Züchtung wirksam, unwirksam die 3. und 4.; wirksam dagegen wieder die 5., als bei dieser zu grösseren Impfmengen übergegangen worden war. Es zeigte sich denn auch, bei Anwendung dieser grösseren Pilzquantitäten einmal die 7., ein andermal die 18. Pilzzüchtung noch von Wirksamkeit, und endlich wurde selbst mit der 36. Cultur, welche in Fleischextractlösung bei Zusatz von Pepton und Zucker nach mehr als einem Monate erreicht worden war, noch tödtlicher Milzbrand erzielt. Im letzteren Falle wurden aber zur Impfung je 10 cmm des dichten, am Boden abgesetzten Pilzbreies verwendet, worin nach ungefährer Schätzung weit über 100 Millionen Pilze sich befanden. Kleinere Impfmengen dagegen blieben bei diesen späteren Culturen ohne jede bemerkbare Wirkung.

Diese unzweifelhafte Abnahme der infectiösen Wirksamkeit ist um so merkwürdiger, als gleichzeitig keine weitere wahrnehmbare Veränderung bei den Milzbrandbacterien eingetreten war. Nicht nur die morphologische Beschaffenheit zeigte sich bei der 36. Züchtung vollständig als die gleiche, die Sporenbildung verlief genau in derselben

Weise u. s. w.; auch das Verhalten bei Controlzüchtungen in verschiedene Nährlösungen liess hinsichtlich der Wachsthumsart und der chemischen Eigenschaften keine bemerkbare Abweichung erkennen, so dass es nicht möglich gewesen wäre, auf anderem Wege als durch das Thierexperiment eine Verschiedenheit der künstlich gezüchteten von ächten Milzbrandbacterien darzuthun.

---

Es scheint vielleicht, als ob die schwache Wirksamkeit der späteren Pilzgenerationen, der compensirende Einfluss grösserer Pilzmengen am einfachsten durch die Annahme erklärt werden könne, es sei zur Erzeugung einer Infectionskrankheit die Mitwirkung eines gelösten, aus dem thierischen Körper stammenden und nur dort entstehenden Stoffes, den man zweckmässig als „Krankheitsstoff" bezeichnen kann, mit den Pilzen durchaus erforderlich.[1])

In der That stünde eine derartige Annahme, die schon von verschiedenen Seiten her als Auskunftsmittel in Betracht gezogen wurde, in Uebereinstimmung mit manchen physiologischen Thatsachen. Die Isolirungsversuche von Chauveau, Burdon-Sanderson, Davaine, ferner von Klebs und Tiegel, Pasteur u. A. widerlegten dieselbe nicht, oder zum wenigsten nicht vollständig. Diese Ver-

---

1) Es beruht auf irrthümlicher Verwechslung, wenn dieser hypothetische „Krankheitsstoff" mit den eigenen Zersetzungsstoffen der Pilze zusammengeworfen wird. Die letzteren können selbstverständlich niemals völlig von den lebenden Pilzen getrennt werden, und es hätte dies auch gar keinen Sinn, weil eben der Pilz, sobald er in irgend einer Nährlösung wächst, diese Stoffe mit Nothwendigkeit stets von neuem erzeugt Jener „Krankheitsstoff" dagegen wäre eine Substanz, welche nur im erkrankten thierischen Organismus und aus Bestandtheilen desselben, entweder mit oder ohne directe Beihülfe der Pilze gebildet werden könnte.

suche zeigten zwar, dass die gelösten Antheile der Infectionsflüssigkeiten an und für sich, ohne die Pilze, die betreffende Krankheit nicht bewirken konnten, während der andere Theil der infectiösen Flüssigkeiten, welcher die Pilze enthielt, dies vermochte. Es war somit entschieden, dass die Pilze zur Infection durchaus nöthig seien. Eine andere Frage blieb es jedoch, ob die Wirksamkeit der Pilze nicht an die Anwesenheit eines gelösten „Krankheitsstoffes" gebunden sei. Ich glaube nicht, dass in dieser Beziehung die Versuche jener Forscher etwas Entscheidendes aussagen konnten, obwohl mehrere der erwähnten Experimentatoren sich bemühten, durch wiederholtes Auswaschen die Pilze möglichst von den gelösten Substanzen der Infectionsflüssigkeit zu befreien, und obschon sie mit diesen möglichst reinen Pilzen positive Impfresultate erhielten.

Zum wenigsten blieb noch der Einwand übrig, dass die Pilze, entsprechend dem Verhalten anderer pflanzlicher Zellen, Stoffe aus der Nährlösung, in welcher sie leben, hier also aus der Infectionsflüssigkeit in ihr Inneres aufnehmen können, die in der Folge, bei Uebertragung in einen andern Organismus, die Pilze in ihrer krankmachenden Wirkung zu unterstützen im Stande sind. Solche im Zellinhalte aufgenommene Stoffe würden aber jedenfalls durch blosses Auswaschen nicht zu entfernen sein.

Es gibt, um diese Annahme zu widerlegen, soviel ich sehe, nur ein directes Mittel, nämlich die Züchtung der Infectionspilze durch viele Generationen in stets erneuten Nährlösungen, sowie sie eben hier durchgeführt wurde. Denn auf diesem Wege müssen nicht nur die ausserhalb der Pilze in der Flüssigkeit befindlichen, sondern ebenso auch die im Zellinnern vorhandenen, aus dem Thierkörper stammenden gelösten Stoffe, allmählig vollkommen eliminirt werden. Falls nun die infectiöse Wirkung der Pilze auch dann noch vorhanden ist, wenn keine in Betracht kommen-

den Spuren jener Stoffe mehr zugegen sein können, dann ist bewiesen, dass die Mitwirkung dieser Substanzen zur Erzeugung der Krankheit nicht erfordert wird. In dieser Beziehung sprechen aber gerade auf's deutlichste die im vorausgehenden mitgetheilten Versuche.

Nehmen wir an, die Milzen milzbrandiger Mäuse, von denen bei den gegenwärtigen Versuchen stets der Ausgang zur Erzielung der nöthigen Reinculturen von Anthraxbacterien genommen wurde, hätten ihrer ganzen Substanz nach nur aus „Krankheitsstoff" bestanden; alsdann ist die Quantität des letzteren, welche noch in der positiv wirkenden Impfmenge enthalten sein konnte, aus der Grösse der vorausgegangenen Verdünnungen leicht zu berechnen.

Es zeigt sich dann für jenen Versuch, bei welchem die 7. Züchtung Milzbrand bewirkte, dass die hier im Impfmaterial möglicherweise noch vorhandene Menge von „Krankheitsstoff" bereits unendlich gering ist. Die ursprüngliche Mischung der zerriebenen Milzsubstanz mit Wasser ergab hier eine 100000fache, die Einbringung dieser Menge in das erste Quantum von Nährlösung und jede der 6 Umzüchtungen je eine 1000fache Verdünnung. Daraus berechnet sich, dass die in der Impfmenge enthaltene Quantität von „Krankheitsstoff" nur den hundertquadrillionsten Theil von derjenigen eines entsprechenden Stückchens der Milz betragen konnte. Da aber die Impfmenge in diesem Falle 10 cmm war, so belief sich die Quantität des geimpften „Krankheitsstoffes" jedenfalls nicht auf mehr als den zehnquadrillionsten Theil eines Milligramm. Dies ist aber eine Grösse, die um mehr als das tausendfache hinter dem Gewichte eines Wasserstoffgasmolecüls zurückbleibt, und die somit für die chemische Betrachtung überhaupt nicht mehr existirt.

Es bleibt nun aber noch die Annahme zu erörtern, dass der „Krankheitsstoff" in den Pilzzellen selbst einge-

schlossen sei. In diesem Falle könnte jedes Individuum einer späteren Pilzgeneration in Folge der Theilungsvorgänge nur mehr halb soviel enthalten als das Individuum einer früheren Generation. Von dem Verluste an „Krankheitsstoff“ durch Abgabe an die umgebende Nährlösung sei dabei ganz abgesehen. Da nun die 7 Züchtungen etwa 70 Pilzgenerationen entsprachen, so gehörten die geimpften Pilze der 70. Generation an, und bei diesen betrüge die Menge von „Krankheitsstoff“ nur mehr $\frac{1}{2^{70}}$ oder weniger als den tausendtrillionsten Theil der ursprünglichen. Wenn auch die Pilze im Thiere zu $^{9}/_{10}$ ihrer Masse oder mehr aus „Krankheitsstoff“ und wenn die ganze Impfmenge blos aus Pilzsubstanz bestanden hätte, so wäre darin doch nicht mehr als der hunderttrillionste Theil eines Milligramm von jenem hypothetischen Stoff übertragen worden. Auch diese Grösse ist also in chemischer Hinsicht als verschwindend zu erachten.

Ohne dass wir erst die entsprechenden Berechnungen für die 18. und 36. Pilzzüchtung auszuführen brauchen, beweist also bereits die „Thatsache der infectiösen Wirksamkeit der 7. Züchtung unter den gegebenen Umständen, dass die Wirkung der Milzbrandbacterien von der Beihilfe eines gelösten, dem thierischen Organismus entstammenden Stoffes unabhängig ist. Andernfalls hätte die infectiöse Wirksamkeit bei fortgesetzter Züchtung und Uebertragung der Pilze schon frühzeitig gänzlich erlöschen müssen.

Sonach kann die Minderung der Infectionstüchtigkeit bei den künstlich gezüchteten Milzbrandbacterien nur durch die Annahme erklärt werden, dass in Folge der angewendeten Ernährungsbedingungen, welche von denen des thierischen Körpers erheblich diffe-

rirten, eine allmählige Veränderung in der Natur der Pilze vor sich gegangen sei.

Dabei muss auf einen, anscheinend selbstverständlichen, für die Beurtheilung aber sehr wichtigen Punct noch besonders aufmerksam gemacht werden. Es zeigte sich nämlich, dass die Bacterien aus den Organen der erfolgreich geimpften Thiere in allen Fällen von gleicher und zwar von sehr hoher infectiöser Wirksamkeit waren, so dass eine sehr geringe Menge derselben zur weiteren Uebertragung des Milzbrandes genügte. In dieser Beziehung machte es also keinen Unterschied, mit welcherlei Bacterien geimpft worden war. Die Pilze aus den Organen derjenigen Thiere, die mit der 7., 18. oder 36. Züchtung erfolgreich inficirt worden waren, zeigten sich nicht wirkungsschwach wie jene der genannten Culturen, sondern eine sehr kleine Menge derselben reichte hin, um auf's neue den Milzbrand hervorzurufen.

Diese Thatsache kann nur durch eine, der obigen entsprechende Annahme erklärt werden, dass nämlich durch die Ernährungsbedingungen des thierischen Körpers, welche von denen der künstlichen Züchtung verschieden waren, wiederum eine Veränderung und zwar die umgekehrte in der Natur der Pilze bewirkt worden sei.

---

Bei fortgesetzter Züchtung der Milzbrandbacterien in einer Lösung von Fleischextract, Pepton und Zucker traten nun bei constant bleibender Form allmählig wahrnehmbare Aenderungen auch im Wachsthume und im chemischen Verhalten hervor. Etwa von der 100. Züchtung an, welche ungefähr der 700. Pilzgeneration entsprach,[1]) zeigten die

1) Die Berechnung der Generationenzahl in einer Reincultur beruht

Pilze die beginnende Neigung, trotz der constanten Bewegung des Züchtungsgefässes an den höheren Theilen der Wandung desselben, die bei jedem Schüttelstosse benetzt wurden, sich anzulegen und einen Ueberzug zu bilden, was bei ächten Milzbrandbacterien niemals beobachtet wird. Ausserdem wurde die Vermehrung der Pilze trotz des Gleichbleibens der Nährlösung allmählig reichlicher als früher.

Gegen die 900. Pilzgeneration, nach einer Züchtungsdauer von 90 Tagen, wurde dieses Anlegen der Pilze an die Wandungen des Culturgefässes so störend für die Fortführung einer regelmässigen Züchtung, dass eine Aenderung des Verfahrens durchaus nöthig erschien. Denn es kam schliesslich soweit, dass beinahe keine Pilze mehr in der Flüssigkeit sich befanden, sondern alle als Ueberzug an

---

auf der Kenntniss des Verhältnisses der Aussaat zur schliesslichen Pilzmenge. Bei einer Reihe auf einander folgender Züchtungen, die mit der gleichen Nährlösung angestellt werden, braucht man hiezu die absoluten Grössen nicht zu kennen; es genügt vielmehr als Anhaltspunct, dass am Ende jeder Züchtung, wenn dieselbe bis zum Verbrauche der Nahrungsstoffe fortgesetzt wurde, stets eine nahezu gleich pilzhaltige Flüssigkeit vorhanden sein muss. Werden nun z. B. 10 cmm Flüssigkeit aus dem Endstadium einer solchen Züchtung in 10 ccm pilzfreier Nährlösung übertragen, so ist am Ende der neuen Züchtung unter den gemachten Voraussetzungen die Pilzvermehrung eine 1000 fache, die Generationenzahl somit nahezu 10.

Obwohl diese Bestimmung aus verschiedenen Gründen nur eine annähernd richtige sein kann, so habe ich doch vorgezogen, von hier an im Texte nach Generationen anstatt nach Züchtungen zu rechnen und zwar desshalb, weil bei den späteren Culturen andere Gefässe und andere Mengen von Nährlösung verwendet wurden, als bei den früheren, und weil desshalb diese späteren Züchtungen mit den früheren nicht in Parallele gesetzt werden können. In diesem Falle ist allein die Angabe der Generationenzahl im Stande, einen richtigen Ueberblick zu gewähren.

den Wandungen klebten. Die Anwendung der Schüttelbewegung musste daher aufgegeben werden.

Die erste Züchtung bei Ruhe ergab eine starke, weissliche Deckenbildung bei sonst klarer Nährlösung. Es war damit eine bedeutsame Veränderung in der Natur der Pilze in auffälliger Weise constatirt. Aber diese Umwandlung war nicht etwa mit einemmale eingetreten, wie es vielleicht den Anschein haben möchte. Vielmehr kann nicht bezweifelt werden, dass die ganz allmählig auftretende Erscheinung des Anlegens an die Wandungen des Schüttelgefässes bereits eine Folge und somit ein Anzeichen der nämlichen neu entwickelten Eigenschaft der Pilze war wie die jetzt wahrgenommene Erscheinung der Deckenbildung. Beide Vorgänge können nur durch ein erhöhtes Adhäsionsvermögen der Pilze in Folge einer bestimmten Veränderung der Cellulosemembranen erklärt werden, welche dieselben befähigte, einerseits unter sich Verbände von grösserer oder geringerer Festigkeit zu bilden, und anderseits an fremden Körpern, hier an den Glaswandungen des Schüttelgefässes trotz der Bewegungen der darüber hinwegströmenden Flüssigkeit fest zu haften.

Hier war nun aber zum erstenmale ein thatsächlicher Anhaltspunkt dafür gegeben, dass es möglich sein werde, auf dem eingeschlagenen Wege schliesslich Pilze zu erhalten, deren Eigenschaften denen der Heubacterien analog wären; denn diese besitzen gerade die Fähigkeit der Deckenbildung als charakteristisches Merkmal. Allein die gegenwärtig erhaltenen Decken stimmten mit jenen der Heupilze noch nicht völlig überein; und zwar differirte nicht die mikroskopische Beschaffenheit, die bei der Uebereinstimmung der Formen sowohl mit ächten Milzbrandbacterien als auch mit ächten Heupilzen keine Entscheidung geben konnte, sondern die äusserliche, mit blossem Auge erkennbare. Während näm-

lich die Decken der Heupilze an der Oberfläche trocken, meist gerunzelt, von bedeutender Festigkeit und schwer unterzutauchen sind, so zeigten sich diese im Gegentheil von glattem, schleimigem Ansehen und sehr lockerem Gefüge, so dass eine geringe Erschütterung genügte, um theilweise oder gänzliche Auflösung derselben in flockige Massen, welche zu Boden sanken, herbeizuführen.

Von grösserer Wichtigkeit aber war das Verhalten der gezüchteten Pilze in Heuaufguss. Wie erwähnt verhindert die geringe Säuremenge desselben die ächten Milzbrandbacterien an jeder Vegetation, während die Heupilze ihre normalen, dichten Decken darin erzeugen. Die gegenwärtig erhaltenen Pilze nun verhielten sich in besonderer und ganz unerwarteter Weise. Bei Aussaat derselben in Heuaufguss trat zwar Vegetation ein; aber dieselbe ging bei allen angestellten Versuchen ausserordentlich langsam von statten und blieb stets geringfügig, so dass auch am Schlusse derselben nur eine sehr kleine Menge von Pilzen gebildet war. Ebenso auffallend zeigte sich dabei die Form des Wachsthums. Bei klarer Flüssigkeit bildeten sich nämlich höchst schwache, durchsichtige Ueberzüge an der Oberfläche, die nur am Rande der Flüssigkeit ein wenig stärker wurden und dadurch etwas weissliche Färbung bekamen. Das ganze Verhalten zeigte somit, dass die gegenwärtig erhaltenen Pilze zwar nicht mehr so empfindlich gegen geringe Säuremengen waren wie die ächten Milzbrandbacterien, dass sie sich vielmehr den Heupilzen in dieser Beziehung bereits annäherten; dennoch aber schien die Säure auf sie noch in bedeutendem Masse schädlich zu wirken. Damit stimmte denn auch der mikroskopische Befund überein; die Pilze, welche im Heuaufguss entstanden waren, zeigten nämlich ein verkümmertes, pathologisches Aussehen, wie es sich stets findet, wenn Milzbrand- oder Heupilze unter ungünstigen Ernährungsbedingungen vegetiren.

Nach diesen Merkmalen musste angenommen werden, dass hier eine, bis dahin unbekannte physiologische Mittelform zwischen den ächten Milzbrand- und den ächten Heupilzen vorliege. Von beiden unterschied sich dieselbe durch ihre Wachsthumsart in künstlichen Nährlösungen, besonders aber durch ihr Verhalten gegen die geringe Säuremenge des Heuaufgusses, von den Milzbrandbacterien ausserdem durch den Mangel infectiöser Wirksamkeit. Denn von der 36. Züchtung ab waren die vorgenommenen Impfungen erfolglos geblieben.

Die Züchtung dieser Mittelform von Pilzen wurde nun bei ruhender Nährlösung weiter geführt. Für die nächsten zweihundert Generationen diente hiezu Lösung von blossem Fleischextract. Der Zuckerzusatz konnte desshalb weggelassen werden, weil die anfänglich mit dessen Anwendung verbundene Absicht, bei den Milzbrandbacterien durch langdauerndes Wachsthum in zuckerhaltigen Nährlösungen allmählig vielleicht Gärthätigkeit hervorzubringen, sich durchaus nicht realisirt hatte.[1]) Nach Zurücklegung der 1100. Pilzgeneration wurde wieder ein Versuch gemacht, die gezüchteten Bacterien in Heuaufguss wachsen zu lassen. Der Erfolg war ein überraschender; es trat ziemlich reichliche Vermehrung ein mit Bildung einer schleimigen, lockeren Decke aus Stäbchen und Sporen. Man war also der Uebereinstimmung mit den Heubacterien wieder um ein beträchtliches Stück näher gerückt; denn die ehemaligen Anthraxpilze vermochten nun beinahe ebensogut geringe Säuremengen zu ertragen wie jene. Nur die Beschaffenheit der Decken war in beiden Fällen noch deutlich verschieden; doch konnte kaum mehr bezweifelt werden, dass auch diese letzte Umänderung noch gelingen werde.

---

1) Auch fortgesetzte Züchtung der Anthraxpilze in Milch (durch 2½ Monate) hatte den gleichen negativen Erfolg.

Als richtigster Weg hiezu empfahl sich offenbar die Fortsetzung der Züchtung gerade in Heuaufguss, weil in dieser Nährlösung die Eigenthümlichkeiten der ächten Heupilze am vollsten zur Geltung kommen. In der That gelang es durch eine Reihenfolge weiterer Züchtungen in der genannten Lösung die Decken allmählig trockner und fester, schliesslich vollkommen von jener gelbbräunlichen Farbe und stark gerunzelten Beschaffenheit zu erhalten, wie sie jenen der ächten Heupilze eigen sind. Ausserdem hatte sich während dieser letzten Züchtungsreihe auch die bei der mikroskopischen Beobachtung so auffallende, lebhafte, wimmelnde Bewegung der Stäbchen eingestellt, welche den Heubacterien bei gewisser Ernährungsweise eigenthümlich ist, den ächten Milzbrandbacterien jedoch und auch den Uebergangsformen abgeht.[1])

Nach 1500 Pilzgenerationen, welche zusammen im Laufe eines halben Jahres zurückgelegt worden waren, musste die Umwandlung der Milzbrandbacterien in Heubacterien als vollendet angesehen werden; denn es war unmöglich, einen Unterschied zwischen den durch Züchtung aus ersteren erhaltenen Pilzen und den ächten, unmittelbar rein cultivirten Heupilzen aufzufinden.

### Umänderung der Heubacterien in Milzbrandbacterien.

Der genetische Zusammenhang der Heubacterien mit den Milzbrandbacterien war nunmehr sicher gestellt, und

1) Auch die ächten Milzbrandbacterien zeigen allerdings unter Umständen bei künstlicher Ernährung Eigenbewegungen. Dieselben sind jedoch bei weitem langsamer als jene der Heubacterien. Uebrigens ist das Fehlen von Eigenbewegungen bei der einzelnen mikroskopischen Beobachtung durchaus kein zuverlässiges Merkmal für die eine oder andere der in Rede stehenden Pilzformen, da auch die Heubacterien in vielen Fällen keine Eigenbewegungen zeigen.

zugleich hatte die genauere Kenntniss der letzteren ihre geringe Befähigung zur Vermehrung ausserhalb des thierischen Organismus und damit zur Behauptung gegenüber anderen, concurrirenden Pilzformen erwiesen. Um so mehr musste sich nun die Frage aufdrängen, ob nicht die häufig stattfindende autochthone Entwicklung des Milzbrandes auf eine in der Natur eintretende Umänderung der Heupilze in die infectiöse Form zu beziehen sei.

Den einzigen thatsächlichen Anhaltspunct in Bezug auf das experimentelle Studium dieser Verhältnisse bot die Erscheinung, dass Milzbrandbacterien, die ihre infectiöse Wirksamkeit durch fortgesetzte Züchtung beinahe verloren hatten, im thierischen Organismus dieselbe wieder von neuem erhielten. Die gleichen Bedingungen, welche hier gewirkt hatten, mochten auch für die Umänderung der Heubacterien in die infectiöse Form sich günstig erweisen. Diese Bedingungen liegen aber kaum ausschliesslich in der chemischen Beschaffenheit der thierischen Säfte. Sonst müsste eine Lösung von Eiweiss oder vielmehr, da die Pilze dasselbe nur in löslicher Form assimiliren können, von Eiweisspepton ungefähr das gleiche leisten. In der früheren Züchtungsreihe hatte jedoch Ernährung mit künstlich dargestelltem Eiweisspepton das Verschwinden der infectiösen Eigenschaften nicht verhindert. Daraus geht hervor, dass höchst wahrscheinlich andere, noch unbekannte Bedingungen im Spiele sind, die wohl in thierischen Flüssigkeiten, nicht aber in künstlichen Nährlösungen sich erfüllt finden.

Zunächst lag jedenfalls, nach Analogie jener Impfversuche die Cultur im lebenden thierischen Organismus zu versuchen. Es wurden daher mit den ächten, von gewöhnlichem Heu durch Kochen des Aufgusses unmittelbar rein cultivirten Heupilzen einige grössere Versuchsreihen an Kaninchen ausgeführt.

Ein grosser Theil dieser Experimente zielte dahin,

durch Steigerung der Pilzquantität den Mangel an infectiöser Wirksamkeit zu ersetzen. Die Heupilze wurden zu diesem Zweck in eiweisshaltigen Nährflüssigkeiten unter Sauerstoffzufuhr bei Ausschluss anderer Pilze gezüchtet, und diese stark pilzhaltigen Flüssigkeiten zu den Injectionen verwendet. Meist befanden sich darin zugleich Stäbchen und Sporen; jedenfalls fehlten die letzteren niemals und oft waren sie beinahe ausschliesslich in der Injectionsflüssigkeit vertreten. Als Ort der Anwendung diente nur in wenig Fällen das Unterhautzellgewebe oder die venösen Bahnen, in den allermeisten die Peritonealhöhle, die nach Wegner's lehrreichen Versuchen zur Ueberleitung von Pilzen in den Kreislauf ungemein geeignet ist.

Das Resultat dieser intraperitonealen Injectionen bestand darin, dass kleinere Mengen von Pilzflüssigkeit, 1—6 ccm, in der Regel ohne wahrnehmbare Wirkung blieben. Erst bei grösseren Injectionsmengen erfolgte in der Mehrzahl der Fälle tödtlicher Ausgang, meist innerhalb 24 Stunden. Die Untersuchung der Organe ergab hier beinahe stets reichlichen Gehalt derselben an Heubacterien, und zwar auf alle Organe gleichmässig vertheilt. Der letztere Umstand deutete schon darauf hin, dass es sich hier um eine einfache Vertheilung der injicirten Pilze im Körper handle und nicht um einen infectiösen Process. Denn in der Regel finden sich beim Milzbrand der Kaninchen Lunge und Milz bedeutend reicher an Bacterien als Leber und Nieren. Ausserdem war die Krankheitsdauer viel zu kurz, als dass die Umänderung der injicirten Heupilze in Milzbrandbacterien hätte erfolgen können. In der That ergaben die Controlimpfungen mit diesen Pilzen auf andere Thiere sämmtlich negatives Resultat.

Die Todesursache lag hier wesentlich in der Vergiftung durch die eingespritzten Zersetzungsstoffe der Heupilze, deren Wirkung durch Hyperaemie und theilweise Ecchymosir-

ung des Magens und fast des ganzen Darmtractus und blutige Färbung des diarrhoischen Darminhalts sich äusserte.[1])

Wenn nun aber doch eine geringe Vermehrung der Pilze und damit eine beginnende Umwandlung ihrer Natur stattgefunden hatte, der nur der Vergiftungstod des Thieres hindernd in den Weg trat, so war vielleicht durch Uebertragung der Pilze in einen zweiten Organismus und von diesem in einen folgenden eine Fortsetzung der Umänderung zu erreichen. Ein derartig angestellter Versuch liess jedoch bei der 5. Uebertragung bereits so deutliche Zeichen septischer Vorgänge erkennen, dass die Fortführung desselben aufgegeben werden musste. Zu dieser Zeit aber erwiesen die Controlimpfungen noch keine merkliche Umänderung in der Natur der Heupilze.

Es blieb also doch die Steigerung der Pilzquantität vorläufig der einzige Weg. Um hierbei die giftige Wirkung zu vermeiden, welche die Anwendung grösserer Mengen nach dem bisherigen Verfahren verbot, bestrebte ich mich, die Heupilze möglichst von ihren Zersetzungsstoffen zu befreien. Hiezu benützte ich die Eigenschaft derselben, bei ruhiger Nährlösung in Form dünner Decken zu vegetiren. Durch Diffusion müssen hier die gebildeten Zersetzungsstoffe fortwährend in der übrigen Lösung vertheilt werden, und bei abgelaufener Vegetation kann die abgehobene Decke ihrer Flüssigkeitsmenge entsprechend nur etwa den 100. Theil der gelösten schädlichen Substanzen enthalten.

Trotz dieser Vorsichtsmassregeln hatten die mit grossen Pilzmengen ausgeführten Injectionen in den Peritonealraum sämmtlich rasch tödtlichen Erfolg unter den Erscheinungen

---

1) Durch eine Reihe besonderer Versuche habe ich nachgewiesen, dass die Zersetzungsstoffe, welche durch reincultivirte Heu- oder Milzbrandbacterien gebildet werden, an und für sich d. h. bei Ausschluss der Pilze giftig wirken, analog den chemischen Producten der Fäulniss, welche dem Lebensprocess der Fäulnisspilze ihre Entstehung verdanken.

der Vergiftung. Da es nun möglich schien, dass die Diffusion die Zersetzungsstoffe aus den Pilzdecken noch ungenügend entfernt hatte, so wurden einige Versuche angestellt, wobei die Pilzdecken erst zerrieben, dann in viel reinem Wasser vertheilt und schliesslich von letzterem durch rasches Absaugen desselben wieder befreit wurden. Aber auch in diesen Fällen war die Wirkung der Injectionen nicht minder giftig.

Diese Erscheinung ist nur erklärlich unter der Voraussetzung, dass die Heupilze selbst toxisch wirkende Substanzen enthalten. Denn nur in diesem Falle können die letzteren durch einfaches Auswaschen nicht entfernt werden. Dafür sprechen aber auch andere Gründe. Für den Fall nämlich, dass die giftigen Stoffe hauptsächlich durch Gärung und somit, wie dies für die Gärungsproducte der Sprosshefe anzunehmen ist, vorzugsweise ausserhalb der Zellen gebildet werden, ist doch nach Analogie anderer pflanzlicher Zellen sehr wahrscheinlich, dass kleine Mengen davon aus der Lösung in's Innere der Pilze aufgenommen werden. Im andern Falle aber, wenn der grösste Theil der giftigen Verbindungen dem Stoffwechsel der Pilze seinen Ursprung verdankt, versteht es sich von selbst, dass gewisse Quantitäten davon im Zellinnern vorhanden sind.[1])

Gerathen nun die Pilze unter nachtheilige Bedingungen,

---

1) Der Befund von A n d e r s (Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie Bd. VII. S. 1.), dass der toxisch wirkende Pilzrückstand aus Pasteur'scher Nährlösung durch o f t m a l i g e s Auswaschen seine giftige Wirksamkeit verliert, erklärt sich durch den dabei stattfindenden längeren Aufenthalt der Pilze im Wasser. Denn in diesem Falle können allerdings durch die eintretende langsame Diffusion mit der Zeit die gelösten Stoffe aus dem Innern der Pilze entfernt werden; da übrigens die Pilze im Wasser jedenfalls kümmerlich weiter vegetirten, so musste ausserdem eine allmählige Erschöpfung, ein Involutionsprocess bei denselben sich einstellen, der nothwendig zur Ausscheidung der gelösten Substanzen führte.

welche die Involution und das schliessliche Absterben veranlassen, dann müssen die gelösten Stoffe aus dem Innern der Zelle in die umgebende Flüssigkeit übertreten. Solche Bedingungen sind aber für die Pilze im Innern des thierischen Organismus überall da gegeben, wo dieselben nicht zum Wachsthum und zur Vermehrung gelangen können, und dies war für den grössten Theil der injicirten Heupilze jedenfalls der Fall.

Somit bestand keine Aussicht, auf dem bisherigen Wege zum Ziele zu kommen. Die Anwendung grösserer Mengen von Pilzen führte jedesmal zum rasch tödtlichen Ausgang; geringere Quantitäten aber blieben ohne merkliche Wirkung. Die Pilze gelangten also in diesen letzteren Fällen trotz der reichlich dargebotenen Nahrung nicht zum Wachsthum; denn, hätten sie sich vermehrt, so wären Krankheit und schliesslich der Tod des Thieres die unausbleibliche Folge gewesen.

Der Grund für diese merkwürdige Erscheinung kann wohl kaum in der Anwesenheit irgend eines bestimmten, auf die Heupilze schädlich wirkenden Stoffes im thierischen Organismus gesucht werden. Denn gerade diese Pilze sind gegenüber den Milzbrandbacterien im Ertragen der verschiedensten giftigen Substanzen bei weitem im Vortheil, und zeigen sich überhaupt, ausserhalb des Körpers, widerstandsfähiger gegen jede Art von schädlicher Einwirkung. Wir werden desshalb dahin geführt, die physiologischen Functionen des Gewebes selbst, d. h. diejenigen Vorgänge, an welche der Bestand des Lebensprocesses geknüpft ist, als Quelle jener nachtheiligen Einflüsse zu betrachten.[1])

1) Ich erinnere hier an die molecular-physiologische Gärungstheorie Nägeli's, welche die Schwingungszustände des lebenden Plasma der Hefezelle auf das Gärmaterial übergeben und dadurch den Vorgang der Gärung zu Stande kommen lässt. In analoger Weise wäre nach Nägeli auch die unbestreitbar vorhandene Einwirkung gärender Hefezellen auf

Das nächste Mittel zur Verminderung dieser Einwirkungen liegt alsdann in der Herabsetzung der physiologischen Thätigkeit des Gewebes, sei es nun, dass dieselbe durch Beschränkung der Blutzufuhr zu einem Organe oder durch abnorme Temperatur oder durch Vergiftung u. s. w. hervorgebracht wird. In Bezug auf letztere Einwirkung hatten die bisherigen Versuche hinlänglich gezeigt, dass eine Intoxication des ganzen Organismus nicht zum gewünschten Ziele führen könne. Mehr durfte man in dieser Hinsicht erwarten, wenn nur ein einzelnes Organ oder eine abgegrenzte Partie desselben zur Vermehrungsstätte der Pilze gewählt wurde. Denn in diesem Falle konnte eine viel stärkere und länger andauernde Schwächung der physiologischen Thätigkeit des Gewebes ohne directen Nachtheil für das Leben des Thieres hervorgerufen werden.

Eine Reihe derartiger Versuche bestand in Injectionen reiner Heupilze in das Kaninchenohr nach vorhergängiger Unterbindung der entsprechenden Carotis. Durch letzteres Verfahren hatte bekanntlich Samuel[1]) die Wirkung fauliger Substanzen auf das Gewebe, die sonst nur eitrige Entzündung erregt hätten, bis zur Erzeugung von Brand zu steigern vermocht. Gleichzeitig versuchte ich die Einbringung grösserer Mengen von Heupilzen in frische Muskelwunden, deren Umgebung durch heisses Wasser verbrüht und dadurch, bis auf eine gewisse Tiefe, getödtet war. Aber auch diese Experimente führten nicht zu dem gewünschten Ziele eines Wachsthums der Heupilze im thierischen Gewebe. Vielmehr entstand bei den Injectionen in's Ohr meist Entzündung mit Ausgang in Brand, bei den Muskelwunden eine langwierige Eiterung. Von den Heupilzen war in beiden Fällen stets in Kurzem nichts mehr nachzuweisen.

---

andersartige Pilzzellen zu denken, die sich im Wirkungsbereich der ersteren befinden. (C. v. Naegeli, Theorie der Gärung. München 1879).

1) Archiv f. experim. Pathologie I. Band 1874. S. 317.

Die Ursache dieser letzteren Misserfolge lag offenbar zunächst in dem Sauerstoffbedürfnisse der Heubacterien, welches in den Muskeln und andern sauerstoffarmen Geweben keinesfalls befriedigt werden kann. Ich erinnere in dieser Beziehung daran, dass auch die Milzbrandbacterien nur innerhalb des Gefässsystems, nur im sauerstoffhaltigen Blute sich vermehren, wofür uns, abgesehen von der mikroskopischen Untersuchung, das charakteristische Fehlen entzündlicher Erscheinungen beim Milzbrand Zeugniss gibt. Denn entzündliche Processe würden in den Geweben wohl nicht fehlen, wenn die Pilze daselbst zur Vermehrung kämen.[1]) Ganz anders wird dieses Ver-

1) Da hier die bereits erkannten Eigenschaften der Pilze in pathologisch-physiologischer Beziehung eine wichtige Aufklärung geben, so möchte ich die angedeutete Anschauung über den Milzbrand etwas näher begründen.

Vollständig ausgeprägt ist der Mangel entzündlicher Vorgänge beim Milzbrand kleinerer Thiere, wie z. B. der Kaninchen und Mäuse, bei denen mit Ausnahme des mikroskopischen Nachweises der Pilze meist kein anderer pathologischer Befund getroffen wird als eine mehr oder weniger beträchtliche Schwellung der Milz. Aber auch die Hämorrhagien und die serösen Transsudate, welche beim Anthrax grösserer Thiere als charakteristisch gelten, sind nicht als Folgen entzündlicher Processe aufzufassen, sondern als Anzeichen einer bestimmten Veränderung der Gefässwände.

Eine Ausnahme hievon scheint jedoch der Milzbrandcarbunkel zu machen, bei dem entzündliche, ja sogar brandige Erscheinungen die Regel sind. Nach Bollinger (v. Ziemssen's Handb d. spec. Pathologie und Therapie. II. Auflage. 1876. III. Bd. Zoonosen. S. 520.) findet man nun bei der mikroskopischen Untersuchung der Carbunkel „in den bedeutend erweiterten Capillaren neben einer Anhäufung farbloser Blutkörperchen zahlreiche Bacterien und eine feinkörnige Masse, die theils aus metamorphosirten Blutbestandtheilen theils aus Bacterienkeimen besteht." Das für uns Wichtige bei dieser Angabe ist, dass ausser den wohlbekannten Milzbrandbacterien noch andere Gebilde wahrgenommen wurden, die für Pilze gehalten werden mussten. Bei den geringen Erfahrungen, welche damals noch über die Physiologie

hältniss bei solchen Pilzformen sein, die des Sauerstoffs ohne Nachtheil entbehren können wie z. B. bei den gewöhnlichen Fäulnissbacterien. In der That ist es durch

der Milzbrandbacterien existirten, konnten diese körnchenförmigen Pilze wohl für Keime oder Sporen derselben gehalten werden. Nun bilden sich aber die Sporen nur unter ganz bestimmten Bedingungen, die im Innern des thierischen Gewebes fehlen. Jene feinkörnige Masse kann daher, soweit dieselbe aus Pilzen bestand, nur irgend welche einzellige, mit den Milzbrandbacterien genetisch nicht zusammenhängende Schizomyceten enthalten haben. Die Ansiedlung und Vermehrung solcher fremder Pilze wäre in diesem Falle als eine secundäre Erscheinung zu betrachten und als abhängig von der vorausgehenden Vegetation der Milzbrandbacterien. Durch die Anhäufung der Bacterien in den Capillaren wird nämlich locale Stauung des Kreislaufes und dadurch Ernährungsstörung in den umliegenden Gewebspartien erzeugt werden können, ausserdem aber auch Vergiftung dieser angrenzenden Theile durch die ausgeschiedenen Zersetzungsstoffe. Beide Einflüsse begünstigen, wie dies im Texte zur Sprache kommen wird, die Vermehrung solcher Pilze, welche des Sauerstoffs zu ihrer Existenz nicht bedürfen. Das Auftreten entzündlicher Reizung, ja sogar brandiger Erscheinungen wäre nun meines Erachtens als Folge dieser letzteren Pilzentwicklung aufzufassen und nicht als unmittelbare Wirkung der Milzbrandbacterien, die nur innerhalb der Blutgefässe und nur insoweit vermehrungsfähig sind, als die Blutcirculation noch Sauerstoff herbeizuschaffen vermag.

Diese Annahme eines doppelten Parasitismus würde übrigens auch darauf hindeuten, wesshalb beim rasch tödtlich verlaufenden Impfmilzbrand fast niemals Carbunkel entstehen. Der doppelte Parasitismus, der zum Carbunkel führt, würde naturgemäss länger zu seiner Entwicklung brauchen als der einfache, und der Tod wäre daher in diesen Fällen ein zu frühzeitiger, als dass eine Ausbildung solcher Processe erfolgen könnte. Beim spontanen Anthrax verlaufen allerdings die wahrnehmbaren Krankheitserscheinungen oft ebenfalls sehr kurz. Dies beweist jedoch nicht, dass keine schleichende Entwicklung der Krankheit, keine längere Incubation vorausging, während deren die Carbunkeln, z. B. auf der Darmschleimhaut, sich ausbilden konnten. Die gegenwärtigen Untersuchungen werden noch darauf hinführen, dass eine solche Incubationsperiode beim spontanen Milzbrand sehr wahrscheinlich ist.

Die erysipelatösen Processe endlich, welche beim Anthrax nicht selten beobachtet werden, dürften meines Erachtens für die ent-

eine Reihe übereinstimmender Beobachtungen und Experimente bewiesen, dass durch verschiedene schwächende Einwirkungen auf das Gewebe, durch locale Aufhebung des Kreislaufes, durch Vergiftung, selbst mit antiseptischen Mitteln, Entwicklung von Spaltpilzformen im Körper hervorgerufen werden kann. Auch bei den vorhergehenden Versuchen war dieser dort unbeabsichtigte Erfolg vielfach störend dazwischen getreten. Es waren nicht selten kleinere Pilzformen in den Organen gefunden worden, obwohl nur reingezüchtete Heupilze zur Einspritzung kamen.

Ebenso erklärte sich aus der stattfindenden Giftwirkung mittelbar das Auftreten entzündlicher und brandiger Erscheinungen bei den Injectionen in abgegrenzte Organtheile.

Eine Herabsetzung der physiologischen Thätigkeit des sauerstoffarmen Gewebes kann also jedenfalls die Heupilze nicht begünstigen. Nur im Blute schiene ein solches Unternehmen Erfolg zu versprechen; indess ist es unmöglich, das Blut zu vergiften, ohne zugleich die übrigen Gewebe zu schwächen und dadurch eben jene störende Entwicklung anderer Pilzformen herbeizuführen, die in den bisherigen Versuchen bereits sich mehrfach geltend gemacht hatte.

---

Damit war ich am Ende derjenigen Experimente, welche bezweckt hatten, die Heupilze unmittelbar im thierischen Körper zur Vermehrung und damit zur Annahme infectiöser

zündliche Wirksamkeit der Milzbrandbacterien vorläufig ebensowenig etwas sicheres beweisen als die Carbunkel, da ihre Entstehung auf ähnliche Weise erfolgen kann, wie es für letztere angenommen wurde. Beides sind eben Complicationen, die nicht nothwendig zum Krankheitsbilde gehören und daher, wie ich glaube, in der Natur der Milzbrandbacterien nicht unmittelbar begründet sind.

Eigenschaften zu bringen. Es musste jetzt die Züchtung in thierischen Flüssigkeiten ausserhalb des Körpers versucht werden.

Allerdings können derartige Nährflüssigkeiten nicht durch Erhitzen desinficirt werden; desshalb blieb es fraglich, ob die Fäulnisspilze, die möglicherweise in diesen Materialien bereits vorhanden waren, bei der Züchtung hintangehalten werden könnten.[1])

Die Züchtung in Eiereiweiss mit etwas Fleischextractlösung, welche zuerst unternommen wurde, hatte jedoch ein sehr befriedigendes Resultat. Es bildete sich an der Oberfläche, wo der Sauerstoff einwirken konnte, eine weissliche Decke, die nur aus Heupilzen und zwar Stäbchen und Sporen bestand. Auf diese Weise wurde mehrmals umgezüchtet. Alsdann hielt ich es für angezeigt, die weitere Cultur dieser, vermuthlich bereits etwas veränderten Pilze im Blute auszuführen, da ich mir hievon für den angestrebten Zweck mehr versprach als von einer fortgesetzten Züchtung in Eiereiweiss.

Die nöthigen Massnahmen bestanden darin, dass nur völlig gesunde Thiere (Kaninchen) zur Blutgewinnung genommen wurden, damit nicht etwa das Blut bereits fremde Pilze in grösserer Menge enthielt; dann in völliger Desinfection aller Instrumente und Apparate.[2]) Das Blut wurde der Carotis entnommen und direct in das Defibrinirungs-

1) Die Annahme, dass stets vereinzelte Spaltpilze innerhalb des Thierkörpers, im Blute und in den Geweben sich befinden, folgt meines Erachtens aus der Thatsache, dass Krankheitskeime so leicht in den Organismus gelangen. Auf demselben Wege, seien dies nun die Lungen oder der Darm, müssen nothwendig auch andere Spaltpilzformen, die sich in der Athemluft und im Darmcanal stets finden, in geringer Zahl in den Kreislauf und in die Organe gelangen, wo sie normaler Weise regelmässig zu Grunde gehen.

2) Unter vollständiger Desinfection verstehe ich, wenn nichts besonderes angegeben ist, die Erhitzung im Dampfkessel.

gefäss geleitet. Von da kam es in das Züchtungsgefäss, das während der Cultur sich im Schüttelapparate bei Körpertemperatur befand. Die Bewegung musste zum Zweck der Sauerstoffzufuhr angewendet werden. Ruhiges Stehenlassen wie bei der Eiweissflüssigkeit wäre hier unzweckmässig gewesen; die Blutkörperchen hätten sich dabei zu Boden gesenkt, ihr Sauerstoffabsorptionsvermögen, das den Pilzen zu gute kommen sollte, wäre gar nicht zur Wirkung gelangt.

Bei Infection mit einer sehr geringen Pilzmenge blieb das Blut unter diesen Bedingungen durchschnittlich 12 Stunden hellroth, arteriell und scheinbar unverändert. Alsdann bemerkte man die beginnende Auflösung der Körperchen an der eintretenden Carmoisinfärbung. In diesem Zeitpunkt oder wenig später wurde bereits in eine neue, frisch dem Thier entzogene Blutportion umgezüchtet. Es ist indess von Interesse, auch die weiteren Veränderungen des Blutes zu kennen.

Von der 15. Stunde an wurde dasselbe allmählig dunkelroth und vollständig lackfarben. Niemals ward fauliger Geruch bemerkt, sondern nur der eigenthümliche Blutgeruch und, bei längerdauerndem Pilzwachsthum, etwa nach Ablauf von 24 Stunden, jedesmal eine Entwicklung von reinem Ammoniak, das auch leicht in der Luft des Züchtungsgefässes nachgewiesen werden konnte. Es verhielt sich also das Blut in dieser Hinsicht wie alle andern Nährsubstanzen, bei denen bisher die Zersetzungsvorgänge durch Reinculturen von Heupilzen studirt worden waren.

Die mikroskopische Untersuchung ergab zur Zeit der beginnenden Auflösung der Blutkörperchen stets schon die Anwesenheit zahlreicher Heubacterien. Andere Spaltpilze wurden in den ersten 24 Stunden niemals gefunden. Wohl aber stellten sich dieselben, bei fortgesetztem Schütteln des Blutes, am 2. oder 3. Tage ein, indem gleichzeitig an den

Heubacterien die von zahlreichen anderweitigen Erfahrungen her wohlbekannten mikroskopischen Erscheinungen der Involution mit aller Deutlichkeit sich zeigten, welche hauptsächlich in unregelmässiger Aufquellung, Zusammenziehung des Zellinhalts und endlich in Zerfall zu einem Körnerhaufen bestehen. Sporenbildung trat in diesen Versuchen während des Schüttelns nicht ein.

Die Erscheinung, dass bei diesen Blutzüchtungen in den ersten 24 Stunden keine der überall verbreiteten Spaltpilzformen z. B. keine Fäulnisspilze auftraten, während die Heubacterien sich reichlich vermehrten, ist ohne Zweifel bedeutungsvoll, bedarf aber noch der näheren Aufklärung. Jedenfalls lag der Grund nicht darin, dass solche Keime vollständig fehlten. Dies beweist schon das Auftreten fremder Pilze am zweiten Tage. Es musste also eine besondere Ursache wirksam sein, welche diese Spaltpilzformen so vollkommen darniederhielt, dass in den ersten 18 Stunden noch keine irgend merkliche Vermehrung derselben erfolgte. Das letztere schliesse ich nämlich nicht aus dem Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung, die bei einer stark eiweisshaltigen Flüssigkeit über die Anwesenheit kleinerer Spaltpilzformen keinen sichern Aufschluss gibt, sondern aus den angestellten Controlzüchtungen in eiweissfreie Nährlösungen, die absolute Reinculturen von Heupilzen lieferten.

Zu vermuthen steht, dass es sich dabei um die gleichen Einflüsse handelt, die auch im lebenden Körper eine Vermehrung von Fäulnisspilzen im Blute bei normalen Zuständen verhindern; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Wirkungen auch nach der Entnahme des Blutes aus dem Körper noch eine gewisse Zeit andauern und erst allmählig, zugleich mit dem Leben des Blutes erlöschen werden.

Um so merkwürdiger bleibt es, dass die Heupilze unter den gleichen Umständen sich reichlich vermehrten. Man möchte glauben, dass dies mit ihrer Vorliebe für den

Sauerstoff zusammenhängt. Jedenfalls sind hier Räthsel, deren Aufklärung einen tiefen Einblick in die Natur der infectiösen Wirkung verschaffen wird.

Schon von der ersten Cultur im Blute an zeigte das Verhalten der Heupilze in den Controlzüchtungen, d a s s s i c h d e r e n N a t u r g e ä n d e r t h a t t e.

In Fleischextractlösung bildeten die Pilze zwar Decken, aber nicht von der consistenten und trocknen Beschaffenheit jener der ächten Heupilze, sondern von schleimigem Ansehen und äusserst lockerem Gefüge, so dass eine leichte Erschütterung genügte, um dieselben zum Sinken zu bringen. Es traf dieses Verhalten mit demjenigen der Mittelformen zwischen Milzbrand- und Heupilzen, die in der früheren Züchtungsreihe erhalten worden waren, vollständig überein. Entscheidend aber in dieser Beziehung erwies sich die Controlzüchtung in Heuaufguss. Während die Heupilze in dieser Flüssigkeit reichliche Decken bilden, die Milzbrandbacterien dagegen vermehrungsunfähig sind, folgten die gegenwärtig erhaltenen Pilze keinem dieser beiden Extreme. Es trat ein spärliches Wachsthum ein, es bildete sich bei sonst klarer Flüssigkeit nur ein weisslicher Rand dort, wo die Oberfläche der Lösung die Glaswandung berührte. Dieser Rand bestand aus Stäbchen und Fäden von den Formen der Milzbrand- oder Heupilze, aber etwas krankhaft verändert, was mit der kümmerlichen Ernährung derselben vollkommen übereinstimmte.

Nach diesen Anhaltspuncten zu urtheilen stimmten die nunmehr erhaltenen Pilze mit jenen der 900. Generation der früheren Züchtung überein und hatten sich demgemäss, in der Richtung gegen die infectiöse Form bedeutend verändert. Es fragte sich nun zunächst, ob durch länger fortgesetzte Blutzüchtung eine weitere Umänderung zu erzielen sei. Bis zur 14. Cultur im Blute war diess indess nach Ausweis der Controlzüchtungen nicht der Fall, und

es ist somit sehr unwahrscheinlich, dass sie überhaupt möglich sei.[1]) Desshalb wurde jetzt von neuem zum Thierexperiment mit diesen veränderten Heupilzen übergegangen.

Eine grössere Zahl von Injectionsversuchen, die mit den Blutzüchtungen unmittelbar angestellt wurden, ergab, dass das Blut giftig wirkte, wenn die Züchtung schon 24 Stunden angedauert hatte, dagegen noch nicht bei 12—15stündiger Cultur. Aber auch in den letzteren Fällen entwickelte sich selbst bei Anwendung grosser Blutmengen kein Milzbrand.

Da Sporen zu diesen Versuchen günstiger sein mochten als Stäbchen, und da im geschüttelten Blute keine Sporen sich bildeten, so züchtete ich solche in Fleischextractlösung durch Aussaat aus einer der Blutculturen. Von dem erhaltenen Sporenbodensatz bekamen 15 weisse Mäuse steigende Mengen, von 0,1—1,0 ccm, unter die Rückenhaut injicirt. Hievon erholten sich die beiden mit der geringsten Injectionsmenge bald und blieben am Leben. Alle Mäuse, welche 0,3 ccm und mehr erhalten hatten, und eine der beiden mit 0,2 ccm injicirten starben am 1.—3. Tage. Bei allen fand sich an der Injectionsstelle beginnende oder fortgeschrittene Abscessbildung d. h. trübe graue Flüssigkeit mit viel von der Injection herrührenden Sporen aber noch viel mehr Fäulnisspilzen, obwohl eine Reincultur eingespritzt worden war. Mehrfach fand sich beträchtliche Milzschwellung; aber die Organe enthielten nur vereinzelte Heubacterien. Es handelte sich hier demnach vorwiegend um septische Vorgänge.

---

1) Die vollständige Umwandlung in Milzbrandbacterien käme wohl nur dann zu Stande, wenn das angewendete Blut vollständig die Eigenschaften des im Thierkörper kreisenden besässe, was gerade in Folge des Pilzwachsthums jedenfalls nur für den Anfang der Züchtung der Fall sein kann.

Bei der zweiten von denjenigen Mäusen dagegen, welche 0,2 ccm erhalten hatten, verlief die Sache anders. Dieselbe schien anfangs davonzukommen; denn am 2. und 3. Tage nach der Injection zeigte sie sich vollständig munter. Am 4. Tage jedoch wurde sie wider Erwarten todtgefunden. Bei der Section fand sich die Impfstelle am Rücken mit einer geringen harten Kruste bedeckt, kein Eiter darunter, die Musculatur jedoch an dieser Stelle ein wenig verfärbt. Das Peritoneum war klar und vollständig normal, ebenso alle Unterleibseingeweide; nur die Milz fand sich gewaltig vergrössert. Deren Untersuchung ergab sehr grosse Mengen der charakteristischen Milzbrandstäbchen. Ebenso enthielt die Lunge massenhaft Bacterien, Leber und Nieren dagegen sehr wenig. Der ganze Befund machte es sohin unzweifelhaft, dass hier ein Fall von Milzbrand vorliege. Zur vollständigen Gewissheit wurde übrigens aus der Milz mittels der Isolirungsmethode eine Reincultur hergestellt, welche in der That erkennen liess, dass es sich um ächte Milzbrandbacterien handle. Ausserdem erwiesen die vorgenommenen Controlimpfungen das gebildete Contagium als sehr wirksam, indem bei ganz kleinen Impfmengen (schon 0,005 mg der Milzsubstanz) der Tod längstens innerhalb 24 Stunden mit dem nämlichen Befunde des Milzbrandes erfolgte.

Ein zweiter Versuch an 17 weissen Mäusen mit Mengen von 0,1—0,8 ccm hatte ganz analogen Ausgang. Die geringsten Quantitäten blieben ohne weitere Folge, die grösseren führten zum Tod durch Abscedirung. Eine der mit 0,3 ccm injicirten schien sich am 2. Tage erholt zu haben. Am 5. jedoch fand sie sich todt, und die Section und die vorgenommenen Controlversuche ergaben ausgesprochenen Milzbrand.

Es wurden nun bei 5 Kaninchen Injectionen mit 1—12 ccm der etwas verdünnten Sporenflüssigkeit in den Peritonealraum ausgeführt. Eines dieser Thiere zeigte sich

gleich am folgenden Tage krank und erlag am 5. Tage unter peritonitischen Erscheinungen. Die übrigen 4 erholten sich nach der Einspritzung bald und wurden in den folgenden Tagen vollständig munter. 3 davon blieben auch am Leben, das 4. jedoch fand sich am 5. Tage unvermuthet todt. Die Section ergab vollständiges Fehlen aller entzündlichen Erscheinungen; der Peritonealüberzug aller Unterleibsorgane erwies sich vollkommen ungetrübt, ebenso die Organe mit Ausnahme der Milz normal. Die letztere dagegen war merklich geschwollen. Mit Ausnahme dessen war überhaupt kein abnormaler Befund für die Besichtigung mit blossem Auge vorhanden. Die Untersuchung der Milz und Lunge ergab dagegen das Vorhandensein massenhafter Stäbchen von dem charakteristischen Aussehen der Milzbrandbacterien; Leber und Nieren enthielten nur vereinzelte solche Pilze. Die vorgenommenen Controlimpfungen und Züchtungsversuche endlich machten es zweifellos, dass hier wiederum ein Fall von ächtem Milzbrand vorlag.[1])

Diese Resultate bestätigten also die gehegte Erwartung. Sie sind von entscheidender Bedeutung, weil bei dem geübten Infectionsverfahren eine unabsichtliche Uebertragung von ächtem Milzbrandcontagium auf die Thiere vollständig ausgeschlossen war. Ausserdem wurden auch Stallungen zum Aufenthalt der Versuchsthiere benützt, in denen noch niemals Milzbrandfälle sich ereignet hatten.

---

1) Wegen der grossen Wichtigkeit dieser Resultate habe ich geglaubt, die Diagnose auf Milzbrand gegen allfällige Zweifel möglichst sicher stellen zu sollen, und desshalb Organtheile vom obigen Falle an Herrn Professor Bollinger gesandt mit der Bitte, durch Impfungen das Vorhandensein des ächten Milzbrandcontagiums seinerseits constatiren zu wollen. Das Resultat dieser Controlversuche, welches Herr Professor Bollinger der morphologisch-physiologischen Gesellschaft in München mittheilte, lautete in der That dahin, dass durch Impfung mit Theilen der übersandten Organe eclatanter Milzbrand mit allen dazu gehörigen Befunden erzielt worden sei.

Die lange Incubationsdauer von 4—5 Tagen, während deren die Thiere völlig munter waren, charakterisirte überdies unverkennbar diese, nach Pettenkofer's Bezeichnungsweise, ektogen erzeugten Milzbrandfälle gegenüber den contagiös oder endogen hervorgerufenen, bei denen, wenigstens für die Mäuse, der Tod 24 oder längstens 48 Stunden nach der Impfung zu erfolgen pflegt; diese längere Zeitdauer ist wohl erforderlich, damit die Umwandlung der veränderten Heupilze im Körper in Milzbrandbacterien erfolgen kann.

Bezeichnend war endlich die Erscheinung, dass in den beiden, an Mäusen ausgeführten Versuchsreihen gerade die mittlere Injectionsmenge positives Resultat ergab, d. h. die grösste, welche noch nicht zu Abscedirung und damit zu frühzeitigem Tode führte. Hierin lag schon eine Andeutung, dass das Procentverhältniss der positiven Fälle erhöht werden könne, wenn sich die Entstehung der Abscesse bei grösserer Impfmenge vermeiden liess.

Für die Theorie ist es allerdings genügend, wenn ein einziger, sicher constatirter Fall von Milzbrand durch Heubacterien in einwurfsfreier Weise erzeugt ist. In praktisch-aetiologischer Beziehung aber fragt es sich, unter welchen Bedingungen am leichtesten der ektogene Infectionsstoff im Thierkörper in endogenen sich umzuwandeln vermag. Die Antwort auf diese Frage wird durch specielle Versuche bei verschiedenen Thierspecies erbracht werden müssen, weil die verschiedene thierische Organisation hier jedenfalls von merklichem Einflusse ist.

Vorläufig habe ich in dieser Beziehung nur bei den weissen Mäusen die Untersuchung weiter geführt, und zwar nach dem oben erwähnten Gesichtspunkte. Die Injectionsmenge musste vergrössert, die Entstehung von Abscessen aber hintangehalten werden.

Die injicirte Pilzflüssigkeit verweilt bei diesen Thierchen

offenbar längere Zeit unter der Haut; es treten Gewebssäfte in dieselbe, und, da die injicirten Heupilze an dieser sauerstoffarmen Stelle vermehrungsunfähig sind, so vermehren sich die Fäulnisspilze, welche in einer solchen Injectionsstelle nie fehlen, und es entsteht in Kurzem ein Fäulnissherd. Die Ursache dieser Pilzentwicklung liegt aber keineswegs in dem Erguss von Gewebssäften an und für sich; bei subcutanen Knochenfracturen sehen wir beispielsweise keine Abcesse sich bilden, einfach desshalb, weil die ergossenen Säfte der normalen Beschaffenheit der thierischen Flüssigkeiten noch nahe genug stehen, um gleich diesen eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen die Fäulnisspilze zu besitzen.

Der Grund der Abscedirung lag also hauptsächlich in der Verdünnung und Vergiftung der ergossenen Gewebsflüssigkeiten durch die injicirte Pilzflüssigkeit, wodurch dieselben zur Ernährung von Fäulnisspilzen ungemein geeignet wurden. Die Verdünnung wenigstens liess sich vollständig vermeiden durch Anwendung trockenen Impfmateriales. Hiezu wurden Leinenbändchen in die Sporenflüssigkeiten getaucht, alsdann getrocknet und unter die Rückenhaut der Mäuse gebracht. Auf diese Weise gelang es nun in der That ausserordentlich viel bessere Resultate zu erzielen. Nach Feststellung der richtigen Impfmenge konnte schliesslich in jedem einzelnen Falle durch die veränderten Heupilze nach Ablauf einer Incubationsdauer von 4- 6 Tagen der Milzbrand mit allen charakteristischen Befunden erzeugt werden.

Der genetische Zusammenhang der Milzbrandbacterien mit den Heupilzen und die Möglichkeit des Uebergangs der einen in die andern ist damit vollkommen und in beiden Richtungen erwiesen. Zur Feststellung der natürlichen Aetiologie des Milzbrandes genügen diese Ergebnisse zwar noch nicht vollständig, da es ja nicht gelang, mit den

unveränderten Heupilzen den Milzbrand zu erzeugen und da die vielleicht besonderen Eigenschaften der an den Milzbrandlocalitäten vorkommenden Heupilze bisher noch nicht erforscht sind. Es lässt sich jedoch bereits erkennen, dass unseren Vorstellungen in dieser Beziehung eine wesentliche und grundsätzliche Aenderung bevorsteht, die auch für das praktische Verhalten nicht ohne Einfluss bleiben wird. Um so eher wird dies der Fall sein müssen, da die geltenden aetiologischen Theorien mit den Thatsachen durchaus im Widerspruche sich befinden.

---

Sitzung vom 6. März 1880.

Herr v. Nägeli legt vor und bespricht folgende Abhandlung:

„Versuche über die Entstehung des Milzbrandes durch Einathmung" von Dr. Hans Buchner.

Obwohl die Uebertragungsart vieler Infectionskrankheiten keinen Zweifel lässt, dass staubförmig in der Luft vertheilte Infectionsstoffe durch die Lungen direct dem Blute zugeführt werden können, so fehlt bisher doch die nähere Kenntniss dieses Vorgangs, welche nur das Experiment gewähren kann.[1]) Ein ausgezeichnetes Object bildet hiefür das Contagium des Milzbrandes, weil die Pilze, welche dasselbe darstellen, künstlich beliebig vermehrt und in die widerstandsfähige Dauerform übergeführt werden können, und weil ausserdem der Erfolg der Einathmung durch den eintretenden Tod des Versuchsthieres und den

1) Die mit nasser Zerstäubung tuberculöser Massen erhaltenen positiven Resultate von Tappeiner, Lippl und Schweninger beweisen nichts für einen directen Uebergang des eingeathmeten Infectionsstoffes in's Blut. Die wahrgenommenen Erfolge erklären sich vielmehr dadurch, dass die zerstäubten Substanzen in den feineren Bronchiolen abgelagert wurden und hier zunächst begrenzte Infectionsherde bildeten, von denen aus in der Folge erst die allgemeine Infection sich entwickelte.

Nachweis des Milzbrandes sich zweifellos und innerhalb kurzer Zeit constatiren lässt.

Eine Reihe mit diesen Pilzen unternommener Einathmungsversuche, welche im pflanzen-physiologischen Institut des Herrn Professor v. Nägeli ausgeführt wurden, ergab denn in der That, dass bei Anwendung der richtigen Bedingungen ungemein leicht auf dem Athmungswege Infection erzielt werden kann.

Mit Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse schien es am wichtigsten, die Einathmung trockenen Pilzstaubes zu untersuchen. Es müssen hiezu Sporen verwendet werden, weil die Milzbrandbacterien durch stärkeres Austrocknen ihre infectiöse Wirksamkeit einbüssen. Da in der Natur wohl niemals reiner Pilzstaub, d. h. Staub, der nur aus Pilzen besteht, in die Lungen gelangen wird, so wurden auch hier chemisch indifferente, feine Pulverarten als Träger der Pilze gewählt, indem dieselben mit der Sporenflüssigkeit benetzt, dann bei Körperwärme getrocknet und wieder zerrieben wurden. Es ist sehr wichtig darauf zu achten, dass die Pilzflüssigkeit möglichst wenig klebrige organische Stoffe in Lösung enthält, und dass eine geringe Menge derselben auf viel Pulver verwendet wird. Andernfalls kleben die feinsten Staubtheilchen, welche bei der Einathmung gerade die wirksamsten sind, untrennbar zusammen.

Zu den Versuchen dienten ausschliesslich weisse Mäuse, die bekanntlich eine grosse Empfänglichkeit für Milzbrand besitzen. Die Zerstäubung erfolgte in einem geschlossenen Raume, für dessen Trockenheit durch ergiebige Ventilation gesorgt werden muss.[1])

---

1) Es ist nicht leicht, geringe Mengen pulverförmiger Substanzen in einem kleinen Behälter gleichmässig andauernd zu zerstäuben. Ein continuirlich blasender Luftstrom, auf diejenige Stelle gerichtet, an der

Verschiedene Pulverarten wurden allmählig durchprobirt, nämlich Holzkohle, Talk,[1]) gebrannte Magnesia, Schwefelmilch, Bärlapp-Samen und solcher von Lycoperdon giganteum (Riesenpulverschwamm), Stärkemehl, endlich Strassen- und Zimmerstaub. Die Stäubungsfähigkeit dieser Pulver nach der Benetzung mit Sporenflüssigkeit und folgender Wiederaustrocknung war jedoch eine sehr verschiedene. Die meisten Substanzen zeigten sich nach dieser Procedur sehr ungeeignet, wiederum feinen Staub zu geben. Befriedigend war das Verhalten nur bei Holzkohle und Talkpulver. Diese beiden Staubarten waren es auch, welche bei den Einathmungsversuchen positive Resultate und zwar mit überraschender Sicherheit ergaben.

In 24 Fällen, bei je einmaliger Einathmung von Kohlen- oder Talk-Sporenpulver in der Dauer von $^1/_4$—2 Stunden, erfolgte der Tod an Milzbrand nach Ablauf von 1—3 Tagen. Die Gesammtzahl der Versuche mit diesen beiden Pulverarten war selbstverständlich etwas grösser, da bei nicht genügend vorsichtiger Bereitung des Pulvers die Einathmung erfolglos blieb. Aber es kam vor, dass von 8 unmittelbar nach einander mit demselben Staube ausgeführten Versuchen, von denen keiner länger als 30

---

sich der Staub befindet, bewirkt zwar ein einmaliges Aufwirbeln des letzteren, aber nicht eine fortgesetzte Zerstäubung, weil der wieder zu Boden sinkende Staub an andern Stellen sich ablagert als an derjenigen, auf welche der Luftstrom trifft. Dem kann theilweise abgeholfen werden, wenn man dem Staubraume einen trichterförmig vertieften Boden gibt, und wenn die Luftströmung auf den tiefsten Punkt des letzteren gerichtet ist. Aber auch dann noch legt sich der Staub an den Innenwandungen des Trichters an und entgeht der Wirkung des Luftstromes. Es bedarf daher noch einer regelmässig wiederkehrenden Erschütterung des Trichters, um das Herabgleiten des innen lagernden Staubes bis auf den tiefsten Punkt herbeizuführen.

1) Jene Sorte von Talk, welche im Handel unter der Bezeichnung „Federweiss" vorkommt.

Minuten dauerte, nicht ein einziger den tödtlichen Ausgang durch Milzbrand vermissen liess.

Dagegen hatte von einer grossen Zahl von Einathmungsversuchen, die mit den andern erwähnten Pulverarten in der gleichen Zeitdauer angestellt wurden, nur einer positives Resultat, und zwar einer von denen, die mit gebrannter Magnesia ausgeführt worden waren. Durch Controlimpfungen wurde jedesmal constatirt, dass diese durch Inhalation unwirksamen Staubarten infectionstüchtige Milzbrandsporen enthielten.

Es fragt sich nun, was aus diesen Resultaten geschlossen werden kann, d. h. ob man annehmen darf, dass der merkwürdige Erfolg der Kohlenstaub- und Talkinhalationen eine Aufnahme der Pilzstäubchen durch die Lungen beweise. Denkbar sind ausserdem ja noch drei Wege, auf denen der Infectionsstoff bei diesen Versuchen in die Thiere gelangen konnte: einmal Verletzungen der Oberhaut, alsdann oberflächliche Schleimhautpartien (Conjunctiva bulbi etc.), endlich der Verdauungscanal. Von diesen drei Unbekannten lässt sich bei Einathmungsversuchen mit infectiösen Substanzen nur die erste mit einiger Sicherheit ausschliessen. Die beiden übrigen können unmöglich abgesondert werden. Es würde selbst nichts nützen, bei einem grösseren Thiere die Inhalation durch eine Trachealcanüle direct in die Lungen zu leiten. Nur ein constant negatives Ergebniss könnte in diesem Falle vielleicht etwas beweisen. Ein positives wäre immer zweideutig wegen der möglichen Verunreinigung der Trachealwunde durch den Infectionsstoff.

Die angeführten, negativ ausgefallenen Versuche mit

---

1) Das Eindringen des Staubes in die peripheren Lungenläppchen lässt sich unter Anwendung von Kohlenpulver schon bei ganz kurzdauernder Einathmung leicht mikroskopisch nachweisen.

den weniger fein stäubenden Pulverarten bilden nun aber die denkbar beste Controle für die vorausgehenden Versuche, da in diesen Fällen Alles gleich blieb, mit Ausnahme dessen, dass die gröberen Stäubchen zu leicht niederfielen und desshalb nicht bis in die Alveolen vorzudringen vermochten. Obwohl die Thierchen am Ende des Versuchs oft ganz dicht mit diesen schlecht stäubenden Pulvern überdeckt waren, wodurch die Gelegenheit zum Verschlucken oder zu einer Infection durch oberflächliche Schleimhäute genau die nämliche war, wie bei den gut stäubenden Pulversorten, so blieb dies für den Unterschied in der Wirkung der Staubarten doch ganz gleichgültig. Aus dem e i n e n positiven Ergebniss mit gebrannter Magnesia darf man aber nicht etwa schliessen, dass hier die Infection auf anderem Wege als durch die Lunge erfolgt sei. Denn einmal reihte sich die Magnesia, soweit man dies mit blossem Auge beurtheilen kann, bezüglich der Stäubungsfähigkeit unmittelbar jenen gut wirkenden Pulvern an; und dann muss überhaupt angenommen werden, dass auch bei den weniger geeigneten Staubsorten einzelne Pilzstäubchen bis in die Alveolen gelangten, aber nur während der Versuchsdauer zu wenig, um erfolgreich zu inficiren. Denn auch von völlig wirksamen Sporen braucht es, wie die Impfversuche zeigen, eine gewisse, nicht allzu geringe Menge, um den Milzbrand hervorzurufen. Vermuthlich könnte sonach durch erhöhte Einathmungsdauer die Wirkung der schlecht stäubenden Pulver gesteigert werden. Ein derartiger Versuch brächte jedoch für die Deutung keinen Gewinn. Er würde umso unsicherer, je länger er dauert, weil die Gelegenheit zur Aufnahme von Sporen in den Verdauungscanal im gleichen Masse zunehmen würde.

Dagegen schien es wichtig, die Wirksamkeit des Infectionsstoffes von den V e r d a u u n g s w e g e n aus direct zu prüfen.

---

Bekanntlich gehen die Anschauungen der Autoren über diesen Punkt gerade beim Milzbrand gewaltig aus einander. Beobachtungen und Experimente haben bisher fast in gleicher Zahl positive und negative Resultate gegeben. Daraus geht jedenfalls soviel hervor, dass der Uebertragung auf diesem Wege gewisse Hindernisse entgegenstehen, die den Erfolg ausserordentlich viel unsicherer machen als z. B. bei Impfung unter die Haut. Diese Widerstände können entweder in einer schädlichen Wirkung der Verdauungssäfte auf die Pilze, oder in der Undurchdringlichkeit der unverletzten Schleimhaut liegen. In beiden Fällen sieht man von vorneherein, dass verschiedene Thierspecies sich verschieden verhalten können.[1])

Was die Mäuse anbelangt, so hat R. Koch die Milzsubstanz milzbrandiger Thiere und ausserdem sporenhaltige Massen an dieselben verfüttert, ohne jedoch einen Erfolg zu sehen.[2]) Das gleiche Resultat bekam ich bei Anwendung frischer Milzbrandtheile die nur Bacterien enthielten, oder bei mehrtägiger Fütterung mit grossen Mengen gezüchteter, als wirksam erwiesener Milzbrandbacterien. Auch bei Zumischung von Kohlenpulver, das durch seine scharfen Splitter möglicherweise Verletzungen in den Schleimhäuten bewirken kann, wurde der Erfolg nicht geändert.[3])

---

1) In der That haben die Versuche von Renault, Colin und Bollinger zu derartigen Ergebnissen geführt. Die Unempfänglichkeit der Fleischfresser für Milzbrandinfection vom Darme aus erklärt sich freilich theilweise aus der überhaupt geringen Disposition dieser Thiere für Milzbrand. Eine kleine Zahl von aufgenommenen Pilzen, die bei einem Wiederkäuer zur Erzeugung von Milzbrand hinreicht, würde desshalb beim Fleischfresser wirkungslos bleiben.

2) Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn. II. 3. H. 1877. S. 299.

3) Zu dieser Versuchsmodification wurde ich hauptsächlich durch die Experimente von Pasteur und Toussaint veranlasst, welche

Ebenso blieben die Resultate, als Milzbrandsporen in mässiger Menge dem Futter zugesetzt wurden. Auch Zumischung von Kohlenstaub änderte nichts an diesem Verhalten. Dagegen bekam ich endlich positive Ergebnisse bei Anwendung von grösseren Sporenmengen. Von 4 weissen Mäusen, die 4 Tage lang einen derartig, und zwar unter Zusatz von Kohlenpulver bereiteten Brei zur Nahrung erhielten, erlagen zwei am 4., eine am 5. Tage an Milzbrand; die vierte blieb am Leben. Um zu erfahren, ob hier die Beimischung des Kohlenpulvers für den Erfolg entscheidend gewesen sei, fütterte ich 6 ausgewachsene weisse Mäuse der gleichen Abstammung 3 Tage lang mit einem Brei aus eingeweichter Semmel mit Zusatz grösserer Quantitäten von Milzbrandsporen. Bei dreien dieser Mäuse wurde dem Brei ausserdem Kohlenpulver zugesetzt. Innerhalb 5 Tagen erlagen 5 dieser Mäuse an Milzbrand. Die Ueberlebende, die am 4. Tage ebenfalls krank erschien, war gerade eine von jenen, die Kohlenpulver zugemischt erhalten hatten. Somit genügen grössere Mengen von Sporen an und für sich und ohne Zusatz mechanisch wirkender Stoffe vom Verdauungscanale aus zur Infection.

Es wäre nun sehr interessant zu wissen, worin der Unterschied zwischen Sporen und Stäbchen in dieser Hinsicht begründet ist. Liegt derselbe in einer verschiedenen Einwirkung der Verdauungssäfte auf beide Vegetationszustände, dann müssen Impfungen mit dem Koth von Mäusen, die mit Sporen oder mit Stäbchen gefüttert wurden, verschiedene Resultate ergeben. In der That zeigte sich, dass Sporenkoth bei subcutaner Anwendung ungemein leicht Milzbrand hervorrief, Stäbchenkoth dagegen in kleinerer Menge unwirksam war, in grösserer aber septische Processe

---

durch Anwendung von Rauhfutter, dem sie Milzbrandstoffe zugemischt hatten, bei ihren Thieren ziemlich viel positive Ergebnisse erhielten.

veranlasste. Indess ist damit doch nur entschieden, dass die Bacterien am Ende des Verdauungscanales unwirksam anlangen, man weiss aber nicht, wo diese Unwirksamkeit einzutreten beginnt. Desshalb tödtete ich eine mit Milzbrandbacterien gefütterte Maus und benützte den Darminhalt aus der Mitte des Ileums zu subcutanen Impfungen. Das Resultat war ein positives und zeigte somit, dass die Unwirksamkeit der Milzbrandbacterien von den Verdauungswegen der Mäuse aus durch einen schädlichen Einfluss der abgesonderten Säfte nicht, oder wenigstens nicht genügend erklärt werden kann.

Der entscheidende Umstand wird also wohl in den Bedingungen des Durchtritts durch die Schleimhaut zu suchen sein. In dieser Beziehung darf nicht übersehen werden, dass auch von den im Nahrungsbrei befindlichen Sporen offenbar nur der allerkleinste Theil zur Aufnahme in's Blut gelangt. Die Menge von Sporen, welche zur Infection durch den Verdauungscanal erfordert wurde, war wohl millionenmal grösser als diejenige, die zu einer erfolgreichen Impfung unter die Haut genügt hätte. Ueberdies zeigte sich schon aus der grossen Wirksamkeit des Kothes nach Sporenfütterung, dass der weitaus grösste Theil der Pilze ohne Veränderung hindurchgegangen war.

Wenn nun der Verdauungscanal der Mäuse überhaupt so wenig zur Aufnahme von Pilzen geeignet ist, dann kann möglicherweise ein Unterschied in der Form des Pilzes von Wichtigkeit sein. Und allerdings werden cylindrische Stäbchen weniger geeignet sein, durch enge Oeffnungen zu gehen, als eiförmige Körperchen vom gleichen Querschnitt, weil bei ersteren die Reibung eine grössere wird.

Dies ist jedoch nur die mechanische Seite der Frage. Gerade bei den Bacterien des Milzbrandes muss aber vielleicht noch ein anderer Umstand berücksichtigt werden. Wenn nämlich die Zeit, welche ein Pilz zur Durchwanderung der

unverletzten Schleimhaut d. h. bis zum Eintritt in den Kreislauf braucht, nicht sehr gering ist, dann wird dieser Aufenthalt im sauerstoffarmen Gewebe den Milzbrandbacterien schaden, während er für die Sporen gleichgültig ist.

---

Es geht aus diesen Ergebnissen hervor, dass bei den Einathmungsversuchen jedenfalls gar keine Gefahr einer störenden Nebenwirkung von Seite des Verdauungscanales existirte, weil die Menge von Sporen, welche die Thierchen dort, etwa durch Ablecken, aufnehmen konnten, bei weitem zu gering war, um eine Infection bewirken zu können. Um indess die quantitativen Verhältnisse, auf welche es dabei entscheidend ankommt, völlig klar zu machen, habe ich noch folgenden Versuch ausgeführt.

Von einer bestimmten Menge Talk-Sporenstaub wurde der vierte Theil zur Einathmung bei 10 weissen Mäusen verwendet; dieselben erlagen sämmtlich an Milzbrand, obwohl doch höchstens der tausendste Theil der wirksamen Sporen in die Verdauungswege gelangt sein konnte. Die übrigen drei Viertel des Pulvers wurden an weitere 10 Mäuse der gleichen Zucht auf einmal verfüttert und befanden sich somit gleichzeitig im Verdauungscanal dieser Thierchen. Trotzdem blieben die letzteren alle munter und am Leben.

Damit ist entschieden, dass die Lungen ganz ausserordentlich viel leichter den Uebertritt der Pilze in's Blut ermöglichten als der Darm. Denn von den zerstäubten Sporen konnte wohl nicht mehr als der millionste Theil in die Alveolen gelangt sein. Die dreimillionenfache Menge hatte aber vom Darme aus noch keine Wirkung.

---

Bezüglich der Zeit, welche der Uebergang der Pilze auf dem Athmungswege in's Blut erforderte, ist noch zu erwähnen, dass in manchen der beobachteten Fälle schon

24—36 Stunden nach der Einathmung der tödtliche Ausgang erfolgte. Im Vergleich mit entsprechenden Impfversuchen ist diese Zeit beinahe ganz auf die Entwicklung des Milzbrandes im Thiere d. h. auf die Pilzvermehrung zu rechnen. Es bleibt desshalb jedenfalls nur eine geringe Frist für den Uebergang der Pilze in's Blut, und es geht daraus mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass keine Lymphdrüsen auf diesem Wege passirt werden müssen. Mikroskopische Untersuchung dieser letzteren Verhältnisse würde übrigens zu keinem Ergebnisse führen. Dieselbe hätte nur dann Werth, wenn sie kurze Zeit nach der Einathmung ausgeführt werden könnte. Die wenigen eingeathmeten Sporen sind aber alsdann nicht aufzufinden und nicht zu erkennen. Alle späteren Untersuchungen mit positivem Ergebniss gestatten keinen sicheren Schluss, weil gerade die Lunge beim Milzbrand der Mäuse zu denjenigen Organen gehört, in welchen die Pilzentwicklung ohnehin vorzugsweise stattfindet.

---

## Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

---

*Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:*

Verhandlungen aus dem Jahre 1878/79. Bd. X. 1880. 8⁰.

*Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:*

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1874. XXX. Jahrg. 1879. 8⁰.

*Von der k. k. Sternwarte in Wien:*

Annalen. 3. Folge. Bd. 28. Jahrg. 1878. 1879. 8⁰.

*Vom naturforschenden Verein in Brünn:*

Verhandlungen. 17. Bd. 1878. 1879. 8⁰.

*Vom Verein für Erdkunde in Metz:*

2. Jahresbericht pro 1879. 1880. 8⁰.

*Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:*

Mittheilungen. 1880. 8⁰.

*Von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena:*

Denkschriften. Bd I. Abth. I mit Atlas.
„ II. Heft 3. 1879. Fol.

*Von der Ministerialkommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:*

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrg. 1879 Nr. X. XI. Berlin 1880. qu. 4°.

*Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:*

a. Mittheilungen. Jahrg. 1879. 1880. 8°.
b. Das chemische Institut der k. k. Universität Graz von Leopold von Pebal. Wien 1880. 4°.

*Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:*

Correspondenz-Blatt. Jahrg. 33. 1879. 8°.

*Von der British Association for the advancement of science in London:*

Report on the 49. Meeting, held at Sheffield in Aug. 1879. 8°.

*Vom physicalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:*

Annalen. Jahrg. 1878. 1879. 4°.

*Von der Royal Astronomical Society in London:*

Memoirs. Vol. 44. 1877—79. 1879. 4°.

*Von der Société de géographie in Paris:*

Bulletin. 1880. Janvier & Février. 1880. 8°.

*Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:*

Moniteur scientifique. Livr. 460. 1880. gr. 8°.

*Von der Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:*

Mémoires. Tom. XXVI. Partie 2. 1879. 4°.

*Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:*

Bollettino. 1880. 1880. 8°.

*Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padova:*

Bullettino. 1880. Nr. 3. 8°.

*Vom Observatory in Cambridge:*

Astronomical Observations. Vol. XXI. 1879. 4°.

*Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:*

Atti. Processi verbali. Adunanza del di 14 marzo 1880. 8°.

*Vom naturhistorischen Verein von Wiscousin in Milwaukee:*

Jahresbericht auf d. J. 1879—80. 1880. 8°.

---

*Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:*

Journal für praktische Chemie. 1880 Nr. 1—6. Bd. 21. 8°.

*Vom Herrn Adam Frhrn. von Burg in Wien:*

Ueber die Wirksamkeit der Sicherheitsventile bei Dampfkesseln. 1879. 8°.

*Vom Herrn Wilh. Friedr. Gintl in Prag:*

Studien über Crookes' strahlende Materie. 1880. 8°.

*Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:*

Astronomische Mittheilungen. Nr. 50. 1880. 8°.

*Vom Herrn C. Bruhns in Leipzig:*

a) Resultate aus den meteorologischen Beobachtungen in den Jahren 1874 und 1875. XI. und XII. Jahrg. Dresden und Leipzig 1880. 4°.
b) Bericht über das meteorologische Bureau für Wetterprognosen im Königreich Sachsen für das Jahr 1879. 1880. 8°.

*Vom Herrn Oskar Wehrmann in München:*

Das Eisenbahnfrachtgeschäft. 1880. 8°.

*Vom Herrn Joh. Ev. Weiss in Hattingen a. d. Ruhr:*

Anatomie und Physiologie fleischig verdickter Wurzeln. Regensburg 1880. 8°.

*Vom Herrn Wilh. Blasius in Braunschweig:*

Oeffentliche Anstalten für Naturgeschichte und Alterthumskunde in Holland. 1880. 8°.

*Vom Herrn Edward S. Morse in New-York:*

Dolmens in Japan. 1880. 8°.

*Vom Herrn John Sadler in Edinburgh:*

Report on Temperatures during the Winter of 1878/79. 1880. 8°.

*Vom Herrn Preudhomme de Borre in Brüssel:*

a) Description d'une espèce nouvelle du genre Trichillum Harold. 1880. 8°.
b) Note sur le genre Macroderes Westwood. 1880. 8°.

*Vom Herrn P. Riccardi in Modena:*

Biblioteca Matematica Italiana. Parte II fasc. 2. 1880. 4°.

*Vom Herrn Ornwud Stone in Cincinnati:*

On the Extra-Meridian Determination of Time. 1880. 8°.

*Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:*

Eucalyptographia. V. Decade. 1880. 4°.

---

# Sitzungsberichte

der

# königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

## Mathematisch-physikalische Classe.

### Sitzung vom 1. Mai 1880.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber die Natur der galvanischen Polarisation."

Seit der Einführung des Quadrantelectrometers als Messinstrument zur Bestimmung electrischer Potentiale ist es möglich geworden, eine Reihe von Fragen auf Grund einfacherer und reinerer Versuche zu behandeln, als es bei Anwendung galvanometrischer Messmethoden geschehen konnte. Unter den hieher gehörigen Arbeiten ist besonders die ansehnliche Reihe von Untersuchungen, welche Herr Fr. Exner während der letzten Jahre in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie veröffentlicht hat, mit hervorragendem Interesse aufgenommen worden. Diese Untersuchungen nehmen den alten Streit der electrochemischen Theorie des Galvanismus gegen die Contacttheorie wieder auf: jenen Streit, welcher ganz erloschen schien seit der Zeit, zu welcher das Princip von der Erhaltung der

Energie sich allgemein Bahn gebrochen hatte. In der That gab es wohl seit jener Zeit keinen Contacttheoretiker mehr, welcher annahm, dass die blosse Thatsache des Contactes heterogener Körper miteinander die Quelle einer Electricitätserregung sei. So verschieden auch immer die Molecularvorgänge, welche bei einem solchen Contacte eingeleitet werden, gedacht werden mochten, so war doch die Ansicht ganz allgemein aufgenommen, dass einer jeden Stromesarbeit ein bestimmt begränzter chemischer Process entsprechen müsse und dass die bei diesem Processe auftretende Verbindungswärme als Maass der vorhandenen electromotorischen Kräfte dienen könne in sofern diese Wärme gleich ist dem Producte aus Stromstärke und electromotorischer Kraft. Die Literatur über die in dieser Richtung maassgebend gewordenen Arbeiten ist in Wiedemanns Lehrbuch des Galvanismus ebenso vollständig wie übersichtlich zusammengestellt. Wenn nun Herr Exner durch seine neuen mit dem Quadrantelectrometer ausgeführten Messungen nachweist, dass die Proportionalität zwischen Verbindungswärme und der an den Polen eines offenen Elementes auftretenden Potentialdifferenz überall aufrecht erhalten bleibe, so hat er damit auch im Sinne der Contacttheoretiker eine äusserst verdienstliche Arbeit geliefert, denn die bisherigen Experimentaluntersuchungen, welche denselben Zweck verfolgten, leiden zum Theil an ganz bedeutenden Schwächen. Das ist in erster Reihe von den Versuchsresultaten zu sagen, welche Bosscha[1]) einem Theile seiner sorgfältig durchgeführten Betrachtungen zu Grunde gelegt hat. Es sind dies die durch die Untersuchungen von Lenz und Saweljew[2]) gewonnenen Resultate. Bosscha wählte die von den genannten Physikern erhaltenen Data, weil dieselben

1) Poggend: Ann. CIII. p. 487 und CV. p. 396 (1858).

2) ebend: LXVII. p. 497 (1846).

auf Grund der Ohmschen Methode zur Bestimmung electromotorischer Kräfte gewonnen waren; von anderen Beobachtern mittelst der Compensationsmethode erhaltene dahin gehörige Zahlen konnte er deshalb nicht verwerthen, weil er für seine Betrachtungen das wirkliche Vorhandensein, nicht die Aufhebung eines Stromes, voraussetzen musste. Aber abgesehen davon, dass wir längst wissen, dass nach der Ohmschen Methode übereinstimmende Resultate garnicht gewonnen werden können, hatte ich gerade von den Untersuchungen von Lenz und Saweljew nachgewiesen[3]), dass sie ganz unzuverlässige Ergebnisse liefern mussten. Die Erfahrung bestätigt das auf den ersten Blick: um nur ein Beispiel anzuführen, erwähne ich, dass jene Physiker die Polarisation des Platins in Chlor gleich Null fanden, während durch meine und Macalusos[4]) Versuche der bedeutende Betrag dieser Polarisation nachgewiesen worden ist. Auffallender Weise hat Bosscha diese Unzuverlässigkeit selbst bemerkt, ohne sich dadurch von der Benutzung der unzuverlässigen Zahlen abschrecken zu lassen. Er sah nämlich ein, dass der von den russischen Physikern gegebene Werth der electromotorischen Kraft eines Daniellelementes zu klein sein müsse und nahm deshalb, um deren Data auf das Daniellelement als Einheit reduciren zu können, für dessen Kraft eine Zahl an[5]), welche um 10 p. C. grösser ist, als die aus den directen Beobachtungen hervorgehende. Trotzdem hält er diese Beobachtungen doch für ohne Zweifel zuverlässiger[6]), als die von Svanberg[7]), was ich durchaus für ungerechtfertigt halte. Die auf einfachen Messungen beruhende Bestätigung des Princips die Erhaltung der Energie

---

3) Poggend: Ann. XC. p. 42 (1853).
4) Ber. d. k. sächs. Ges. d. W. 26. Juli 1873.
5) Poggend: Ann. CIII. p. 506 (1858).
6) ebend. p. 503.
7) ebend. LXXIII p. 298 (1848).

in der galvanischen Kette, welche Herr Exner geliefert hat, kann deshalb nur höchst willkommen sein.

Andrerseits kann ich durchaus nicht finden, dass die von Herrn Exner gewonnenen Resultate den bisherigen Anschauungen so vollständig zuwider laufen, wie er glaubt und dass da, wo sie wirklich denselben widersprechen, es unbedingt nöthig ist, das bisher als richtig Angenommene zu verwerfen. Ich will im Folgenden diejenige Reihe galvanischer Erscheinungen, welchen auch Herr Exner sein besonderes Augenmerk zugewandt hat, die Erscheinungen der galvanischen Polarisation und der electromotorischen Kraft der Gase in dieser Beziehung näher prüfen.

Zuvörderst muss ich vorausschicken, dass die Ansicht, welche ich über diese letztgenannte Kraft ausgesprochen habe, etwas Gemeinsames hat mit der des Herrn Exner. „Das führt uns auch zu einer anderen, bisher gar nicht beachteten und wie es mir scheint sehr wichtigen Thatsache", sagt derselbe[8]), „dass nämlich die Gase, die im Electrolyten frei werden, überhaupt garnichts mehr mit der Polarisation zu thun haben; nur durch ihr Verschwinden als Gase erzeugen Wasserstoff und Sauerstoff einen Polarisationsstrom." Und in einer zwei Monate früher erschienenen Arbeit[9]) sage ich: „Ich glaube hiernach behaupten zu dürfen, dass wir es streng genommen mit einer electromotorischen Kraft der Gase nie zu thun haben, sondern entweder mit Spannungsdifferenzen, welche durch verschiedenartige Leitungsflüssigkeiten hervorgerufen werden, oder mit Veränderungen der Metalle durch solche Gase, welche ihren gasförmigen Zustand durch Occlusion in den Metallen oder durch Condensation auf deren Oberfläche ganz aufgegeben haben." Die Gase als solche betrachten wir also Beide als unbetheiligt an der Erregung electromotorischer Kräfte,

---

8) Wiener Sitzungsber. 11. Juli 1878.

9) Münchener Sitzungsber. 4. Mai 1878; Wiedemann: Ann. V. p. 18.

unter dem „Verschwinden der Gase als solcher" haben wir uns freilich Verschiedenes gedacht. Nach Herrn Exner besteht dasselbe in der Verbindung der Gase miteinander, z. B. des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, eine Ansicht, die schon öfter ausgesprochen, aber immer wieder aufgegeben worden ist, denn die Vereinigung beider Gase wird ja bekanntlich nur beobachtet, wenn das Gaselement in sich geschlossen ist; es kann sich in der offenen Kette also nur um die Tendenz zu einer solchen Vereinigung handeln. Diese Tendenz als Maass und sogar als Quelle der electromotorischen Kraft anzusehen ist schon von Schoenbein[10]) vorgeschlagen worden; eine solche Annahme ist mit dem Principe von der Erhaltung der Energie durchaus vereinbar und führt ebenfalls darauf, die Verbindungswärme als Maass der electromotorischen Kraft anzuerkennen.

Auch die Bemerkung, dass bei näherer Betrachtung der Unterschied zwischen dem Strome einer Hydrokette und dem der Polarisation vollkommen verschwinde, findet gewiss allgemeine Zustimmung. Von den Contacttheoretikern sind beide immer von demselben Gesichtspunkte aus behandelt und die electromotorischen Kräfte der Polarisation nach Poggendorffs[11]) Vorgang algebraisch zu den primären addirt worden. Dagegen ist mir die Verbindung des Polarisationsstromes mit dem primären Strome, wie sie Herr Exner[12]) darstellt, nicht recht verständlich: „Man kann sagen, dass der Polarisationsstrom ein ebenso integrirender Bestandtheil bei der Electrolyse ist, wie der primäre Strom selbst. Es ist eine Electrolyse ohne dem einen ebensowenig möglich, als ohne dem andern." Man kann doch wohl nicht von der gleichzeitigen Existenz zweier Ströme im Kreise einer Kette

10) Poggend: Ann. XLIII. p. 89 (1838).

11) ebend.: LXVII. p. 528 (1846).

12) Wiener Sitzungsber. 9. Mai 1878. p. 8.

sprechen, in welchem eine Electrolyse stattfindet. Im ganzen Kreise ist ein bestimmtes Gefälle vorhanden, in welchem an zwei Stellen ein Sprung stattfindet; der Strom aber, welcher dadurch entsteht ist ein einziger und von einem Polarisationsstrome als solchem kann ich mir nur dann eine Vorstellung machen, wenn die Electroden unter sich verbunden werden.

Was den quantitativen Betrag der Polarisation betrifft, so hat Herr Exner gewiss vollkommen Recht, wenn er die Abweichungen in den von verschiedenen Physikern darüber gemachten Angaben vorzugsweise der mangelhaften Beachtung der die Electrolyse begleitenden Nebenumstände (Plattengrösse, Beschaffenheit der Zersetzungsflüssigkeit, secundäre chemische Vorgänge u. s. w.) zuschreibt. Wenn es sich nur um die Bestimmung des Polarisationsmaximums handelte, (und das war der am häufigsten behandelte Fall) so waren indess diese Abweichungen garnicht so erheblich; ich habe z. B. für die Polarisation von Platinplatten in verdünnter Schwefelsäure gezeigt[13]), dass die von den verschiedenen Beobachtern gefundenen Resultaten fast vollkommen übereinstimmen, wenn man zufällig untergelaufene Irrthümer beseitigt. Ich habe ferner, wie jetzt Herr Exner, darauf aufmerksam gemacht, dass wohl der über Erwarten hohe Betrag dieses Polarisationsmaximums der Bildung von Wasserstoffsuperoxyd zuzuschreiben sei.[14]) Auch Bosscha[15]) hat dieser Erscheinung eine längere Betrachtung gewidmet. Wenn es sich um Polarisationen handelte, welche diesen Maximalwerth nicht erreichten, so sind allerdings recht verschiedene Angaben gemacht worden und vor Allem ist es

---

13) Poggend. Ann. LXXVIII. p. 35 (1849).

14) ebend: XC. p. 64 (1853). Ich bemerke dazu, dass diese Arbeit zu der Zeit erschien, als man nach Baumert Ozon als ein Wasserstoffsuperoxyd betrachtete.

15) ebend.: CIII. p. 495 (1858).

richtig, dass gewöhnlich der Stromstärke durch welche und der Zeit, in welcher die Polarisation hervorgerufen wurde, mehr Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, als der electromotorischen Kraft der primären Kette. Dennoch ist durchaus die Bedeutung dieser Kraft für die möglicherweise zu errreichende Polarisationsgrösse nicht übersehen worden. Herr Exner sagt von seinen Beobachtungen: „Diese Zahlenreihen ergeben das interessante Resultat, dass bei allmählich anwachsender electromotorischer Kraft des primären Stromes die electromotorische Kraft der Polarisation in dem Maasse steigt, dass sie bis zu einem gewissen Momente jederzeit gleich ist der des primären Stromes.“ Dem entsprechend sage ich[17]: „Der Strom einer Daniellschen Kette (von der Kraft 21,22) könnte nur so lange Wasserstoff und Chlor aus Salzsäure zwischen Platinelectroden entwickeln, bis deren Ladung ebenfalls = 21,22 ist, während das Maximum der Polarisation 21,99 sein müsste; denn wenn die beiden Kräfte einander gleich sind, hört jede weitere Wirkung auf.“ Und noch viel allgemeiner sagt Crova[18]: „Solange die electromotorische Kraft der Säule, welche den Strom liefert, eine gewisse Grenze nicht erreicht hat, ist die electromotorische Kraft der Polarisation der der Säule gleich und wächst mit ihr von Null bis zu dieser Grenze. Wächst die electromotorische Kraft der Säule über diese Grenze hinaus, so beginnt die Gasentwicklung auf der Oberfläche der Platten, die Kraft der Polarisation fährt fort immer langsamer und langsamer zu wachsen und strebt schnell einem constanten Werthe zu.“ Hierin ist auch der Satz „wird ein Theil eines geschlossenen Kreises durch einen Electrolyten gebildet, so wird derselbe zersetzt, sobald im Kreise überhaupt eine

16) Wiener Sitzungsber. 28. Febr. 1878 p. 12.
17) Poggend. Ann. CX. p. 62 (1853).
18) Ann. d. chim. et de phys. (3) LXVIII p. 461 (1863).

electromotorische Kraft thätig ist"[19]) schon als vollständig richtig anerkannt. Die Versuche des Herrn Exner bestätigen die eben ausgesprochenen Sätze in schlagendster Weise.

Ich habe den Satz von der Gleichheit der primären und secundären electromotorischen Kraft benutzt zur Prüfung der Methode, durch welche die Gesammtpolarisation eines Electrodenpaares gefunden wird durch die Summirung der an den beiden einzelnen Electroden auftretenden Polarisationen: einer Methode, welche Herr Exner unbedingt verwirft. Der Messapparat, dessen ich mich bediente, war ein Mascartsches Quadrantelectrometer von Carpentier in Paris. Die Ladung der Nadel geschah durch eine Zambonische Säule; die eine Hälfte der Quadranten war mit dem Erdboden und zugleich mit dem zweiten Pole der Zambonischen Säule verbunden, die andere mit einem isolirt aufgehängten Drahte, durch den das zu messende Potential dem Electrometer zugeführt wurde. Die Ablesung geschah mittelst Spiegel, Fernrohr und Scala, welche in einer Entfernung von 2 Metern vom Electrometer aufgestellt war. Durch Vertauschung der Zambonischen Säule mit einer schwächeren konnte das Instrument mehr oder weniger empfindlich gemacht werden. Die Aufstellung war so geregelt, dass die beiderseitigen durch gleiche Potentiale veranlassten Ablenkungen nahezu gleich waren; Vorversuche hatten ferner gezeigt, dass die Ablenkungen den Potentialen direct proportional genommen werden durften. Die Scala konnte in ihrer Lage so verschoben werden, dass ihr Nullpunkt vor jeder Ablesung genau mit dem Fadenkreuz zusammenfiel. Kehrte nach vollendeter Ablesung und nach hergestelltem Schlusse zwischen den beiden Quadrantenpaaren die Nadel nicht auf den Nullpunkt zurück, so wurde

---

19) Wiener Sitzungsber. 9. Mai 1878. p. 24.

die Beobachtung verworfen, denn die Annahme eines mittleren Nullpunktes ist wohl da erlaubt, wo die Verschiebung desselben durch Kräfte geschieht, welche während kurzer Zeiten als periodisch veränderlich angesehen werden dürfen, z. B. durch eine magnetische Directionskraft, nicht aber wenn die Veränderungen rein zufällig sind, z. B. wenn sie durch kleine Verschiebungen in der Bifilaraufhängung veranlasst sind. In der Regel war der Rückgang ein sehr vollständiger. Störungen im Gange des Instrumentes traten nur selten ein und konnten dann leicht beseitigt werden. Unter günstigen Umständen war der Ausschlag, welchen ein Daniellelement hervorbrachte = 140 mm. Ich werde im Folgenden die Ausschläge nicht selbst angeben, sondern dieselben mit Zugrundlegung des jedesmal beobachteten Ausschlages, den ein Daniellelement erzeugte, auf dessen electromotorische Kraft = D reduciren.

Die Messmethode, deren ich mich bediente, ist die von Herrn Fuchs[20]) angegebene. Die electrolysirende Säule a (Fig. 1) wird mit den beiden Electroden e und $e_1$ verbunden, welche sich in getrennten Gefässen befinden. Die Gefässe sind durch ein Heberohr mit einander verbunden, dessen Enden durch Pergamentpapier geschlossen sind. Durch mit destillirtem Wasser gefüllte, ebenso geschlossene Heberrohre stehen sie mit den ebenfalls mit Wasser gefüllten Gefässen w und $w_1$ in Verbindung. In dem Gefässe z befindet sich eine amalgamirte Zinkplatte in concentrirter Zinkvitriollösung. Diese Platte und die Lösung werden nach Bedürfniss durch andere Platten und Lösungen ersetzt. Wird nun die Flüssigkeit in z durch ein wieder mit Wasser gefülltes Rohr mit w verbunden und gleichzeitig e leitend mit dem Erdboden B, die Zinkplatte dagegen mit dem Electrometer E in Verbindung gebracht, so wird die Polarisation der

---

20) Poggend. Ann. CLVI. p. 156 (1875).

Electrode e allein und zwar während der Dauer des electrolysirenden Stromes gemessen; ebenso wird die Polarisation von $e_1$ allein gemessen, wenn das Wasserrohr von z nach $w_1$ gelegt und $e_1$ leitend mit dem Erdboden verbunden wird Die Summe der beiden Polarisationen stellt nach bisheriger Ansicht die Gesammtpolarisation dar. Die Anordnung des Apparates sichert wohl vor dem Einwande, dass ein Zweig des zwischen e und $e_1$ circulirenden Stromes die electrometrische Messung stören könne. Bei den nächsten Versuchen befanden sich in e und $e_1$ und dem verbindenden Rohre immer dieselben Flüssigkeiten und waren die beiden Electroden an Substanz, Grösse und Gestalt einander so gleich als möglich. Um die Gesammtpolarisation zu finden ist es garnicht nöthig, die vor dem Eintritt der Polarisation vorhanden gewesene Spannungsdifferenz zwischen dem in z befindlichen Metalle und dem Metalle der Electroden zu kennen. Bestehen die Electroden aus Platin, welche in verdünnte Schwefelsäure taucht und nennen wir abgekürzt die ursprüngliche Spannungsdifferenz zwischen Zink in Zinkvitriollösung und Platin in verdünnter Schwefelsäure Zn | Pt, die Spannungsdifferenz zwischen Zink und durch Sauerstoff polarisirtes Platin Zn | $Pt_0$ und zwischen Zink und durch Wasserstoff polarisirtes Platin Zn | $Pt_H$, so ist die Gesammtpolarisation $Pt_0 \mid Pt_H = Zn \mid Pt_0 - Zn \mid Pt_H$, so dass der Werth Zn | Pt ganz ausser Betrachtung bleibt Das ist, wenigstens zunächst, sehr wünschenswerth, denn wie dieser wahre Werth zu bestimmen ist, ist auch streitig. Die für die Versuche angewandten Platinplatten und Drähte wurden zuerst in Salpetersäure, dann in Wasser ausgekocht, ausgeglüht und dann in der verdünnten Schwefelsäure, welche als Electrolyt diente, ausgekocht. Die benutzten Kohlen waren Stäbe von Gaudouin in Paris von ausserordentlich gleichmässiger Structur und Reinheit. Sie wurden ebenfalls zuerst in Salpetersäure, dann in Wasser und zuletzt

in der verdünnten Säure, in der sie als Electroden dienen sollten, ausgekocht. Als primäre Kette diente bald ein Daniell-, bald ein Groveelement. Die electromotorische Kraft derselben wurde vor und nach dem Versuche gemessen und der Mittelwerth als der richtige angenommen.

In der folgenden Tabelle enthält die Spalte:

„Electroden" die Angabe über die in e und $e_1$ eintauchenden Platten, Drähte oder Stäbe,

„Flüssigkeit" die in e und $e_1$ und dem Verbindungsrohre enthaltene Flüssigkeit und zwar entweder $H_2SO_4$ = verdünnte Schwefelsäure (1 : 20), oder H Cl = verdünnte Salzsäure (1 : 10),

„Stromquelle" enthält die Angabe des zersetzenden Elementes,

„a" die electromotorische Kraft desselben für 1 D = 1,

„z" das im Gefässe z befindliche Metall und die Flüssigkeit in welche es taucht, die Lösungen jedesmal gesättigt genommen,

„p" giebt die Polarisationen an, welche stattgefunden haben,

„e" und „$e_1$", die Spannungsdifferenzen zwischen z einerseits und e oder $e_1$ andrerseits, also die Werthe Zn | $Pt_0$, Zn | $Pt_H$ u. s. w. und endlich

„$a_1$" die electromotorische Kraft dieser Polarisation, d. h. die Differenz e — $e_1$.

| Electroden | Flüssigkeit | Stromquelle | a | z | p | e | $e_1$ | $a_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kohlenstäbe | H Cl | 1 Daniell | 1,00 | C \| H Cl | $C_{Cl} \mid C_H$ | 0,44 | — 0,56 | 1,00 |
| do. | do. | do. | 1,00 | Zn \| Zn $SO_4$ | $C_{Cl} \mid C_H$ | 1,65 | 0,66 | 0,99 |
| do. | do. | do. | 1,00 | Cu \| Cu $SO_4$ | $C_{Cl} \mid C_H$ | 0,65 | — 0,35 | 1,00 |
| do. | do. | do. | 1,00 | Ag \| Ag $NO_3$ | $C_{Cl} \mid C_H$ | 0,35 | — 0,64 | 0,99 |
| do. | do. | 1 Grove | 1,64 | Zn \| Zn $SO_4$ | $C_{Cl} \mid C_H$ | 1,90 | 0,31 | 1,59 |
| do. | $H_2 SO_4$ | 1 Daniell | 1,00 | Zn \| Zn $SO_4$ | $C_0 \mid C_H$ | 1,77 | 0,80 | 0,97 |
| Platinplatten | do. | do. | 1,00 | Zn \| Zn $SO_4$ | $Pt_0 \mid Pt_H$ | 1,99 | 1,00 | 0,99 |
| do. | do. | 1 Grove | 1,67 | Zn \| Zn $SO_4$ | $Pt_0 \mid Pt_H$ | 2,16 | 0,52 | 1,64 |
| Wallastonel: | do. | 1 Daniell | 1,00 | Zn \| Zn $SO_4$ | $Pt_0 \mid Pt_H$ | 2,01 | 1,04 | 0,97 |
| do. | do. | 1 Grove | 1,69 | Zn \| Zn $SO_4$ | $Pt_0 \mid Pt_H$ | 2,31 | 0,71 | 1,60 |
| Platinplatten | do. | 1 Grove | 1,69 | Cu \| Cu $SO_4$ | $Pt_0 \mid Pt_H$ | 1,29 | — 0,34 | 1,63 |

Diese Zahlen können keinen Zweifel darüber lassen, dass die Methode der getrennten Bestimmung der Polarisationen an den einzelnen Electroden ebenfalls zum Zwecke führt. Von vorn herein verdient sie sogar den Vorzug vor der Methode der Wippe, weil bei letzterer vorausgesetzt wird, dass während der Zeit des Umlegens der Wippe die Polarisation nur unmerklich abnimmt. Die Uebereinstimmung zwischen den nach beiden Methoden erhaltenen Resultaten scheint aber diese Annahme wirklich zu rechtfertigen. Ich habe die Methode der getrennten Messung vielfach angewandt; da es aber hier nicht meine Absicht ist, neue Angaben über Polarisationsgrössen beizubringen, so will ich nur Einiges beiläufig erwähnen. Man kann den Einfluss der Stromdichte auf die einzelnen Electroden sehr gut erkennen: als zur Zersetzung von verdünnter Schwefelsäure durch ein Groveelement von der Kraft $a = 1{,}66$ D eine Plattinplatte von 30 q. cm. einseitiger Oberfläche und ein dünner Platindraht angewandt wurden, war die Gesammtpolarisation $a_1$ immer $= 1{,}60$ D, die Platte mochte als Anode oder als Kathode dienen. Die Einzelpolarisationen waren aber in beiden Fällen verschieden. Wurde der Sauerstoff an der Platte entwickelt, so war $e = 2{,}12$ und $e_1 = 0{,}52$; wurde aber der Sauerstoff am Draht entwickelt, so war $e = 2{,}32$ und $e_1 = 0{,}70$. Im letzteren Falle war die Entwicklung von Wasserstoffsuperoxyd eine reichlichere gewesen.

Wurde die Electrolyse durch Ströme von grösserer Intensität und grösserer electromotorischer Kraft bewirkt, so ergaben sich die Maximalwerthe der Gesammtpolarisation ungefähr in derselben Höhe, wie sie Herr Exner mittelst der Wippe fand. Ueber 2,13 D fand ich dieselbe zwischen Platinplatten von 3 q. cm. einseitiger Oberfläche in verdünnter Schwefelsäure nicht, solange die Platten in getrennte Gefässe tauchten. Standen beide Platten in demselben Ge-

fässe, so erhielt ich auch jetzt den Maximalwerth 2,3 D, wie er durch ältere Messungen gewöhnlich gefunden wurde. Auch Herr Tait[21]) hat mittelst des Quadrantelectrometers und der Wippe bei Anwendung einer zersetzenden Batterie von acht Groveelementen denselben Werth gefunden, während er, übereinstimmend mit mir, die durch ein Groveelement erzeugte Polarisation = 1,64 D angiebt.

Ich komme nun zu der Frage: was hat man sich unter einer einseitigen Polarisation zu denken? Die Antwort darauf habe ich schon oben angeführt; soweit die Jonen gasförmige Körper sind, habe ich die durch sie hervorgebrachte electromotorische Erregung beschränkt auf ihren condensirten, absorbirten oder occludirten Zustand. Dass es hierbei nicht gleichgiltig ist, aus welchem Electrolyten die Gase entwickelt werden, wie Herr Exner bemerkt, ist gewiss richtig. Wir wissen ja auch, z. B. durch die gleichfalls mit dem Quadrantelectrometer ausgeführten Versuche von Peirce[22]), dass die electromotorischen Kräfte der Gase sich mit der angewandten Leitungsflüssigkeit ändern. Zu dieser, durch die sogenannte electromotorische Kraft der Gase hervorgebrachten Polarisation kommen indess noch eine ganze Reihe von Veränderungen sowohl der Electroden selbst, als der Umgebung derselben, die ich bei einer frühern Gelegenheit schon angedeutet habe.[23]) Manche dieser Veränderungen pflegte man sonst kaum mit dem Namen „Polarisation" zu belegen: z. B. lässt sich bei der Zersetzung von Kupfervitriol zwischen Platinelectroden dieser Begriff im älteren Sinne nur auf die Anode anwenden, während die Kathode, die sich mit Kupfer bedeckt, einfach zu einem

---

21) Phil. Mag. (4) XXXVIII. p. 246 (1869). Durch ein Versehen steht bei Citirung dieser Arbeit in meiner Abhandlung Wiedem. Ann. V. p. 8 und Münch. Sitzungsber. 1878 p. 147: Graham statt Tait.

22) Wiedem. Ann. VIII. p. 98. (1879).

23) Poggend. Ann. XCIV. p. 204 (1855).

anderen Metalle wird. Es soll also auch hier nur von der Wirkung der ursprünglich gasförmigen Jonen die Rede sein.

Herr Exner sagt darüber[24]: „Es ist eine bekannte Thatsache, dass eine reine Platinplatte und eine mit Wasserstoff beladene einander in Wasser gegenübergestellt, einen Polarisationsstrom liefern; . . . . . es ist ein solcher aber niemals beobachtet worden; der Strom, von dem ich oben als von einer Thatsache sprach, ist immer nur in gewöhnlichem Wasser beobachtet worden und ich ziehe es keinen Moment in Zweifel, dass derselbe seinen Ursprung der Oxydation des Wasserstoffs durch im Wasser gelösten Sauerstoff verdankt.“ Dieser Satz ist ebensoschwer zu beweisen, wie zu widerlegen. Die Beobachter, welche sich mit der electromotorischen Kraft der Gase beschäftigt haben, sind doch wohl nicht ganz so nachlässig gewesen, wie Herr Exner meint. In der Beschreibung unserer Versuche ist überall darauf hingewiesen, dass die Leitungsflüssigkeit von Luft durch Auskochen befreit wurde, also kein „gewöhnliches“ Wasser war. Aber freilich, ganz luftfrei ist das Wasser dadurch nicht geworden. Ich habe jetzt folgenden Versuch angestellt: In die beiden Schenkel eines V förmig gebogenen Glasrohres wurden zwei Platindrähte eingeschmelzt. In der Convexfläche der Biegung des Rohres befand sich eine Oeffnung. Die Drähte wurden durch Abkochen in Salpetersäure, Wasser und verdünnter Schwefelsäure gereinigt, auf die gewöhnliche Weise platinirt, zur Entfernung etwa aufgenommenen Wasserstoffs als Anoden benutzt und abermals in verdünnter Schwefelsäure abgekocht. Nun wurde das Rohr ganz in verdünnte Schwefelsäure gelegt, die es vollkommen füllte; die Säure wurde zum Sieden gebracht, wobei das Rohr so gelegt war, dass austretende Gase aus der Oeffnung entweichen mussten. Dann wurde das ganze

24) Wiener Sitzungsber. 11. Juli 1878 p. 43.

Gefäss mit Flüssigkeit und Rohr in den Recipienten einer Quecksilberluftpumpe gebracht, die Flüssigkeit durch Evacuiren längere Zeit im Sieden erhalten und endlich das Ganze zwei Tage lang im Vacuum gelassen. Sobald das Gefäss aus dem Vacuum genommen war, wurde der eine Schenkel mit electrolytisch entwickeltem Wasserstoff gefüllt und die Oeffnung sofort unter Wasser mit Baumwachs luftdicht verklebt. Nun wurde der eine Draht mit dem Erdboden, der andere mit dem Electrometer verbunden. Es zeigte sich eine Potentialdifferenz von 0,50 D. Nach 1 Minute war dieselbe auf 0,60, nach 5 Minuten auf 0,70 und nach 10 Minuten auf 0,82 D gestiegen, bei welcher Höhe sie nahezu constant war. Nach einer halben Stunde zeigte sich eine Abnahme der Differenz. Dieser Vorgang entspricht ganz dem zu erwartenden: das Platin brauchte eine Zeit, um Wasserstoff in sich aufzunehmen; dann aber war der Betrag der Spannungsdifferenz auch derselbe den früher ich (0,81 D) und neuerdings Peirce (0,807 D) gefunden haben. Allmählich vertheilt sich durch Diffussion Wasserstoff auch bis zum anderen Drahte, und damit muss die Potentialdifferenz abnehmen. Man kann gegen diesen Versuch wieder einwenden, die Luft sei eben doch noch nicht aus der Flüssigkeit und der Sauerstoff aus dem Platinschwamm entfernt gewesen. Mittel, das noch besser zu bewirken, sind mir nicht bekannt.

Der Einfluss der Luft, bezüglich des freien Sauerstoffs in der Leitungsflüssigkeit auf die Electricitätserregung in der Kette ist schon oft in Betracht gezogen worden und zwar ist derselbe bald als unmittelbar die Erregung fördernd, bald als die Polarisation vermindernd angesehen worden. Ich habe die Ergebnisse der älteren, lange Zeit vor de Fouvielle und Deherain (welche Herr Exner citirt) angestellten Beobachtungen von Biot und Cuvier, sowie der späteren von Adie und die von de la Rive darauf ge-

bauten Schlüsse zusammengestellt und dann aus meinen eigenen Versuchen den Schluss gezogen, dass der Sauerstoff nicht primär zur Stromerzeugung beitrage, sondern secundär durch Beseitigung des Wasserstoffs an der negativen Platte des Elementes.[25]) Herr Exner, der das Vorhandensein einer Spannungsdifferenz zwischen reinem und mit Wasserstoff bekleidetem Platin überhaupt nicht zugiebt, bestreitet natürlich auch den Vorgang der Depolarisation und damit auch die Erklärung, welche ich von der depolarisirenden Wirkung der Superoxyde gegeben habe.[26]) „In Wahrheit", sagt er, „wächst die electromotorische Kraft deshalb, weil der Wasserstoff wieder zu Wasser oxydirt wird."[27]) Dasselbe nehme ich doch selbstverständlich auch an; die ganze Depolarisation liegt in der Verhinderung des freien Auftretens von Wasserstoff und dies Auftreten ist eben dann verhindert, wenn sich derselbe mit dem vorhandenen Sauerstoff zu Wasser verbindet. Der Unterschied zwischen unseren Anschauungen besteht nur wieder darin, dass ich die durch die Depolarisation eingetretene Veränderung in der Potentialdifferenz in Betracht gezogen habe, Herr Exner aber die derselben äquivalente Veränderung im Wärmeprocesse. Dasselbe kann man ferner sagen von den Vorgängen in den bisher sogenannten inconstanten Ketten. Herr Exner berechnet die electromotorische Kraft eines in verdünnte Schwefelsäure tauchenden Zn | Pt paares aus der bei der Auflösung von Zink in verdünnter Schwefelsäure erzeugten und der bei der Zersetzung von Wasser verbrauchten Wärme[28]); sie muss nach dieser Berechnung = 0,732 D sein und in der That zeigt sich, dass ein derartiges Element, nachdem es einige Zeit geschlossen war, die Kraft 0,73 D annimmt.

25) Poggend. Ann. LXXIV. p. 381 (1848).
26) Poggend. Ann. CL. p. 535 (1873).
27) Wiener Sitzungsber. 11. Decemb. 1879. p. 18.
28) ebend. p. 3.

Hieraus schliesst nun Herr Exner, dass es gar keine inconstanten Elemente gebe, dass vielmehr die viel grösseren Anfangskräfte, welche an solchen Elementen beobachtet worden sind, dem Umstande zuzuschreiben waren, dass die Leitungsflüssigkeit Sauerstoff enthielt, der zur Verbrennung des Zinks verbraucht wird. Ist das geschehen, so tritt erst die wahre, dem chemischen Processe äquivalente electromotorischen Kraft auf, und diese ist eben 0,73 D. Ich kann mich mit der, sich hieran anschliessenden Erörterung nicht einverstanden erklären. Herr Exner meint nämlich, wenn, wie aus meinen Angaben hervorgehe, die durch Polarisation des Platins in einem Zn | Pt elemente erzeugte Gegenkraft = 0,81 D wäre, so müsste die effective Kraft desselben negativ sein, was eine Unmöglichkeit wäre. Gewiss wäre das eine Unmöglichkeit, aber der Vorgang ist ja auch ganz anders gedacht. Entweder ist die wahre electromotorische Kraft des Elementes = 0,73 D und die höher beobachtete nur der Wirkung des vorhandenen Sauerstoffs zu verdanken, oder die wahre Kraft ist eben jene hohe, welche erst durch die Wasserstoffpolarisation auf 0,73 D hinabgedrückt wird. Im ersteren Falle hat der Sauerstoff, solange er noch vorhanden ist, dazu gedient, von der im Elemente erzeugten Wärmemenge nicht soviel wieder verbrauchen zu lassen, wie nachher verbraucht wird, wenn der Sauerstoff erschöpft ist; im zweiten Falle hat sich die Spannungsdifferenz PtH | Pt von der Zn | Pt subtrahirt, nicht von 0,73 D, sondern von der beobachteten Anfangskraft; das numerische Resultat muss aber beidemal dasselbe bleiben. Um dies zu prüfen, lege ich die von mir vor einunddreissig Jahren gefundenen Zahlen zu Grunde, wie sie von Wiedemann auf die Danielleinheit überrechnet angegeben sind.[29]) Hienach ist die electromotorische Kraft Zn | Pt = 1,539 D, die Kraft

29) Wiedemann. Galvanismus (2) I p. 384 und 407.

PtH | Pt = 0,814 D, also die Differenz = 0,725 D. Wird das Niederschlagen von Zink auf die Platinplatte vermieden, so kommt auch nach meinen Versuchen die electromotorische Kraft der Zinkplatinkette nicht weiter herunter und da 0,73 D die der Auflösungswärme des Zinks entsprechende electromotorische Kraft ist, so scheint es in der That, als sei diese Wärme das einzige Maass, bezüglich die einzige Quelle der Kraft nicht nur der sogenannten inconstanten Zinkplatinketten, sondern aller solcher Elemente, in denen das positive Metall Zink, das negative irgend ein anderes ist, das dann lediglich die Rolle eines Leiters zu spielen hat, an der Erregung der Electricität aber garkeinen Antheil nimmt. Die Versuche, welche Herr Exner mit einer Zinkkupferkette angestellt hat, die ebenfalls genau die electromotorische Kraft 0,73 D zeigte, haben diese Anschauung bestätigt.

Hier weichen nun aber meine Erfahrungen von denen des Herrn Exner ab. Ich führte eine Reihe von Messungen aus, bei denen eine amalgamirte Zinkplatte in ein Gefäss mit verdünnter Schwefelsäure tauchte. Durch ein weites, unten geschlossenes Heberrohr war dieses Gefäss mit einem zweiten verbunden, das dieselbe Flüssigkeit enthielt, und in welches abwechselnd eine frisch gereinigte Platinplatte und eine ebenfalls frisch gereinigte Kupferplatte getaucht wurde. Im letzten Versuch war das Kupfer galvanoplastisch niedergeschlagen. Die Platten waren 1 cm breit und tauchten 4 cm tief in die Flüssigkeit. Die beobachteten electromotorischen Kräfte waren:

| | Zinkplatin | | | Zinkkupfer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | offen | geschlossen | p | offen | geschlossen | p |
| | 1,51 | 0,72 | 0,79 | 0,99 | 0,45 | 0,54 |
| | 1,49 | 0,71 | 0,78 | 0,99 | 0,46 | 0,53 |
| | 1,50 | 0,71 | 0,79 | 0,99 | 0,44 | 0,55 |
| | 1,56 | 0,73 | 0,83 | 0,95 | 0,47 | 0,54 |
| Mittel | 1,52 | 0,72 | 0,80 | 0,98 | 0,46 | 0,54 |

Die in der Spalte „geschlossen" stehenden Zahlen wurden beobachtet, wenn das Element 3 Minuten lang geschlossen gewesen war. Bei diesem kurzen Schlusse war an ein Ueberwandern des Zinks noch nicht zu denken. Der dritte und vierte Versuch wurden ausserdem mit ganz neuen Säuren ausgeführt. Ich vermuthete, dass der Grund, weshalb ich die Kraft Zn | Cu kleiner gefunden hatte, als die Zn | Pt, in einer Oxydation des Kupfers durch directen Angriff zu suchen sei und ersetzte deshalb die Kupferplatte durch eine Silberplatte, bei welcher eine solche Befürchtung ausgeschlossen ist. Die Messungen ergaben:

Zinksilber

| | offen | geschlossen | p |
|---|---|---|---|
| | 1,26 | 0,51 | 0,75 |
| | 1,27 | 0,54 | 0,73 |
| | 1,20 | 0,52 | 0,68 |
| | 1,21 | 0,49 | 0,72 |
| Mittel | 1,23 | 0,51 | 0,72 |

Also auch das Zinksilberelement geht in seiner Kraft weiter hinab, als das Zinkplatinelement.

Um in der Wahl des negativen Metalles noch grösseren Spielraum zu gewinnen, wählte ich als positives statt des Zinks Natrium. In ein poröses Thongefäss wurde ein dicker Brei von Natriumamalgam gebracht, in welchen ein Platindraht tauchte. Die übrige Zusammenstellung war dieselbe wie zuvor und es konnten nun als negative Metalle Platten von Platin, Silber, Kupfer oder amalgamirtem Zink angewandt werden. Gefunden wurde:

| | Natriumplatin | | | Natriumsilber | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | offen | geschlossen | p | offen | geschlossen | p |
| | 2,41 | 1,37 | 1,04 | 2,04 | 1,20 | 0,84 |
| | 2,31 | 1,34 | 0,97 | 2,16 | 1,30 | 0,86 |
| | 2,25 | 1,30 | 0,95 | 2,00 | 1,18 | 0,82 |
| | 2,28 | 1,32 | 0,96 | 2,02 | 1,21 | 0,84 |
| Mittel | 2,31 | 1,33 | 0,98 | 2,05 | 1,22 | 0,83 |

| | Natriumkupfer | | | Natriumzink | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | offen | geschlossen | p | offen | geschlossen | p |
| | 1,74 | 1,12 | 0,62 | 0,77 | 0,66 | 0,11 |
| | 1,86 | 1,21 | 0,65 | 0,77 | 0,67 | 0,10 |
| | 1,77 | 1,09 | 0,66 | 0,78 | 0,70 | 0,08 |
| | 1,79 | 1,14 | 0,65 | 0,82 | 0,70 | 0,12 |
| Mittel | 1,79 | 1,14 | 0,65 | 0,78 | 0,68 | 0,10 |

Vergleicht man die Kräfte, welche an den mit Zink construirten Elementen gefunden wurden mit denen der zugehörigen Natriumelemente, so findet man das auf Combinationen von Metallen mit Flüssigkeiten ausgedehnte Gesetz der Spannungsreihe bestätigt. Die oben gefundenen Mittelwerthe sind nämlich für die Combinationen

| | | Pt | Ag | Cu | |
|---|---|---|---|---|---|
| offen | Na | 2,31 | 2,05 | 1,79 | |
| | Zn | 1,52 | 1,23 | 0,98 | |
| | Na \| Zn = | 0,79 | 0,82 | 0,81 | gefunden 0.78 |
| geschlossen | Na | 1,33 | 1,22 | 1,14 | |
| | Zn | 0,72 | 0,51 | 0,46 | |
| | Na \| Zn | 0,61 | 0,71 | 0,68 | gefunden 0,68 |

Der Unterschied zwischen den electromotorischen Kräften eines geschlossenen Natriumplatin- und eines geschlossenen Natriumzinkelementes sind so gross, dass an einen zufälligen Grund der Abweichung gar nicht gedacht werden kann. Dagegen ist das in Rede stehende Beispiel ganz dazu geeignet, die Frage zu erörtern, ob nicht durch Oxydation auch der negativen Platte die geringere electromotorische Kraft sich erklären lasse. Wenn sich nämlich nicht nur das Natrium, sondern auch das Zink in der verdünnten Schwefelsäure auflöst, so kommt zur Berechnung der electromotorischen Kraft des Elementes nicht nur die Auflösungswärme des Natriums, sondern auch die des Zinks in Betracht. Ich amalgamirte zwei gleich grosse Zinkplatten

ganz gleichförmig und verband die eine in der angegebenen Weise mit Natriumamalgam zu einem Elemente, das ich 17 Stunden lang mit kleinem Widerstande geschlossen liess, während die andere Platte dieselbe Zeit hindurch in ein Gefäss mit verdünnter Schwefelsäure tauchte, ohne sich in irgend einem galvanischen Verbande zu befinden. Nach der angegebenen Zeit wurden die Flüssigkeiten aus der Umgebung beider Zinkplatten geprüft. Die in der Kette gestandene Flüssigkeit zeigte mit Ammoniak übersättigt und mit Schwefelammonium versetzt kaum eine Spur einer Trübung, die andere gab einen dicken Niederschlag von Schwefelzink. Eine Wiederholung des Versuches ergab das gleiche Resultat. Nur wenn Zinkplatte und Natriumamalgam sich nahe bei einander in demselben Gefässe befanden, wurde auch das Zink in der Kette angegriffen; die Säure hatte sich dabei lebhaft erhitzt. Es ist also nachgewiesen, dass auch das Zink, wenn es die Rolle des negativen Mettalles in der Kette spielt, von verdünnter Schwefelsäure nicht angegriffen wird, oder, um den sonst üblichen Ausdruck zu gebrauchen, dass es durch seine Verbindung mit einem positiveren Metalle vor Angriff geschützt wird. Demnach ist in dem Verhalten des Zinks und des Platins dem Natrium gegenüber ebensowenig ein Unterschied zu vermuthen, wie in dem des Silbers und Kupfers. Alle sollten nur die Rolle von Leitern spielen und die electromotorische Kraft des Natriumzinkelementes berechnete sich ganz ebenso, wie die des Natriumplatinelementes. Ich bin hiernach ganz ausser Stande, die grossen Unterschiede, welche ich gefunden habe, anders zu erklären, als man es bisher gethan hat: mit Rücksicht auf die verschiedenen Rollen, welche dem negativen Metalle selbst zugewiesen sind.

Ich habe meinen vorstehenden Tabellen noch eine Spalte „p" beigefügt. Dieselbe gibt jedesmal die Differenz der zwei kurz hintereinander beobachteten Werthe für die

electromotorische Kraft der offenen und der geschlossenen Elemente, d. h. nach der hergebrachten Ansicht die Werthe der Polarisation der negativen Platte durch Wasserstoff. Beim stärkeren Natriumplatinelement ist sie stärker als beim schwächeren Zinkplatinelement, am Platin ist sie stärker, als am Silber, am Kupfer oder gar am Zink. Wurden die Elemente nach dem Schlusse geöffnet, so stellte sich die ursprüngliche electromotorische Kraft bei den Silber-, Kupfer- und Zinkelementen sehr bald, bei den Platinelementen nur ganz langsam wieder her. Während z. B. ein Natriumzinkelement offen die Kraft 0,77 D, geschlossen 0,66 D hatte, zeigte es nach einer Oeffnung von ½ Minute schon wieder 0,76 D. Ein Natriumplatinelement, das offen die Kraft 2,25, geschlossen 1,30 D hatte, war in ½ Minute nur bis 1,53, in 3 Minuten nur bis 1,55 D in die Höhe gekommen, nach älterer Anschauung deswegen, weil das Platin Wasserstoff occludirt enthielt, die anderen Metalle nicht. Man kann indess die Occlusion des Wasserstoffe auch zugeben, ohne dessen polarisirende Kraft anzuerkennen. Die verschiedene Geschwindigkeit, in der sich die Elemente erholen, wäre dann so zu deuten, dass an den anderen Metallen, die keinen Wasserstoff occludiren, der aus der Luft in die Flüssigkeit eintretende Sauerstoff sich eher merklich mache, als am Platin.

Nach den gewonnenen Resultaten fragt es sich nun weiter, ob nicht der Begriff einer Polarisation als einer selbstständig und zwar an den einzelnen Platten auftretenden electromotorischen Kraft doch aufrecht erhalten werden dürfe. Nach Herrn Exner hat sie „gar keinen Sinn.“ Er verwirft die Messung der an den einzelnen Platten auftretenden Polarisation auf das Bestimmteste. „Das Vorstehende“ sagt er[30]) genügt auch zur Characterisir-

30) Wiener Sitzungsber. 11. Juli 1878 p. 44.

III. 3 Grove. Electroden: Zn | Pt und Cu | Pt.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z \| Zn | 0,02 | z \| Pt | 1,44 | z \| Cu | 1,00 | z \| Pt | 1,43 |
| z \| $Zn_0$ | 0,03 | z \| $Pt_H$ | 0,58 | z \| $Cu_0$ | 1,02 | z \| $Pt_H$ | 0,57 |
| Zn \| $Zn_0$ | 0,01 | Pt \| $Pt_H$ | −0,86 | Cu \| $Cu_0$ | 0,02 | Pt \| $Pt_H$ | −0,86 |

IV. 3 Grove. Electroden: Zn | Pt und Ag | Pt.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z \| Zn | 0,02 | z \| Pt | 1,42 | z \| Ag | 1,35 | z \| Pt | 1,40 |
| z \| $Zn_0$ | 0,04 | z \| $Pt_H$ | 0,57 | z \| $Ag_0$ | 1,36 | z \| $Pt_H$ | 0,58 |
| Zn \| $Zn_0$ | 0,02 | Pt \| $Pt_H$ | −0,85 | Ag \| $Ag_0$ | 0,01 | Pt \| $Pt_H$ | −0,82 |

V. 4 Grove. Electroden: Zn | Pt und Pt | Pt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| z \| Pt | 1,35 | z \| Pt | 1,35 |
| z \| $Pt_H$ | 0,49 | z \| $Pt_H$ | 0,40 |
| Pt \| $Pt_H$ | − 0,86 | Pt \| $Pt_H$ | − 0,86 |

VI. Dieselbe Combination.

| | | | |
|---|---|---|---|
| z \| Pt | 1,35 | z \| Pt | 1,35 |
| z \| $Pt_0$ | 2,36 | z \| $Pt_0$ | 2,37 |
| Pt \| $Pt_0$ | 1,01 | Pt \| $Pt_0$ | 1,02 |

Aus dieser Tabelle ist Folgendes ersichtlich: In einem jeden Strom, also bei gleichbleibender Intensität und gleichbleibender electromotorischer Kraft, *ist die Polarisation zweier Platinplatten vollständig die gleiche, denselben mag als andere Electrode wieder eine Platinplatte in verdünnter Schwefelsäure, eine Zinkplatte in Zinkvitriollösung, eine Kupferplatte in Kupfervitriollösung oder eine Silberplatte in Silbernitratlösung gegenüberstehen* und zwar gilt das sowohl für die Polarisation durch Sauerstoff, als für die durch Wasserstoff. Die erhaltenen Zahlen sind noch immer nicht Maximalwerthe besonders nicht in den Fällen, wo die primäre electromotorische Kraft durch die entgegengestzte Anordnung der Electroden geschwächt

wurde, sie fallen aber fast genau mit den von Gaugain[31]) gefundenen Zahlen zusammen.

Was die gleichzeitige Polarisation der gegenüberstehenden Platte von Zink, Kupfer oder Silber betrifft, so erweist sich dieselbe als äusserst gering. Ganz unpolarisirbar ist bei so starken Strömen natürlich auch das Zink nicht mehr, aber immerhin sind diese Polarisationen stets so schwach, dass nur ein äusserst unbedeutender Fehler gemacht worden ist, wenn in älteren Arbeiten nur die Polarisation der einen Electrode gemessen wurde, während man die der anderen ganz beseitigt glaubte. Ich bemerke auch noch, dass alle jene Messungen in eine Zeit fallen, in welcher die Angaben du Bois-Reymonds[32]), welche die geringe Zahl wirklich unpolarisirbarer Combinationen kennen lehrten, noch nicht vorhanden waren. Mag man jetzt die auftretenden Polarisationen definiren, wie man will; die Methode ist gerechtfertigt und die oben angeführten Resultate widersprechen bestimmt dem verwerfenden Urtheile des Herrn Exner. Ich glaube daher auch die verschiedenen Epitheta ornantia, mit welchem derselbe unsere Methode beehrt hat, als da sind „absurd“, „vollkommen unrichtig“, „ganz ohne Sinn“ als nicht ganz wohl angebracht bezeichnen zu dürfen. Und wenn die Abschwächung der electromotorischen Kraft einer inconstanten Zinkplatinkette vorher zweideutig schien, so kann man wohl etwas Aehnliches von den eben mitgetheilten Versuchsergebnissen nicht sagen. Wollte man auch die Polarisation einer Platinplatte durch Wasserstoff wieder einer Beseitigung des Sauerstoffs zuschreiben, so sehe ich doch nicht, wie man etwas Analoges gegen die Polarisation einer Platinplatte durch Sauerstoff beibringen könnte, welche ebenfalls ganz gleich

31) Compt. rend. XLI. p. 1166 (1855).
32) Berl. Monatsb. 1859. p. 443.

ung der so oft angewendeten Methode zur Bestimmung der Polarisation in nur einem Gase, z. B. des Platins in Wasserstoff dadurch, dass der Sauerstoff zur Oxydation der zweiten Electrode verwendet wird; es ist für den Werth der Polarisation aber keineswegs gleichgiltig, welches Metall oxydirt, respective bei Bildung der Polarisation wieder reducirt wird." Ich kann nicht finden dass Herr Exner sich von der Richtigkeit dieses Satzes auf experimentellem Wege überzeugt hat; es scheint nicht so. Da der Satz für die ganze Annahme einer selbstständigen Polarisation ein fundamentaler ist, so schien mir doch die Anstellung einer Probe dringend nothwendig. Die folgenden Versuchsreihen, welche diese Probe zu liefern bestimmt sind, unterscheiden sich von den früher beschriebenen dadurch, dass in den Stromkreis zwei Zersetzungsapparate hintereinander eingeschaltet wurden, und dass die zu einem Zersetzungsapparate gehörigen Electroden nicht immer einander gleich waren. Der eine Apparat ist aus den Zellen e und $e_1$ (Fig. 2), der andere aus $\varepsilon$ und $\varepsilon_1$ zusammengesetzt. Die Heberröhren, welche die beiden zueinandergehörigen Gefässe verbinden, waren immer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt. Die Electroden waren bald amalgamirtes Zink in concentrirter Zinkvitriollösung, bald Kupfer in concentrirter Kupfervitriollösung, bald Silber in Silbernitratlösung, bald Platin in verdünnter Schwefelsäure. Die Gefässe e und $e_1$, $\varepsilon$ und $\varepsilon_1$ waren durch Wasserröhren mit den Wassergefässen $w_1$, $w_2$, $w_3$ und $w_4$ verbunden. Sollte nun die Polarisation einer der vier gleichzeitig angewandten Electroden gemessen werden, z. B. die von e, so wurde das zugehörige Gefäss $w_1$ durch ein Wasserrohr mit dem Gefässe z verbunden, das wiederum amalgamirtes Zink in Zinkvitriollösung enthielt, ferner wurde die Verbindung zwischen der betreffenden Electrode e und dem Erdboden B und die Verbindung von

z mit dem Electrometer E hergestellt. Es war nun leicht die Polarisation aller vier Electroden nach einander zu messen.

In den folgenden Tabellen sind zuerst die Potentialdifferenzen zwischen der Normalzelle z und den vier der Reihe nach eingeschalteten Electroden angegeben, gemessen bevor der Stromkreis geschlossen war und kurz bezeichnet durch z | Zn, z | Cu, z | Ag, z | Pt, je nachdem e, $e_1$, $\varepsilon$, $\varepsilon_1$ eine der oben angegebenen Combinationen enthielten. Die für diese Versuche benutzten Platinplatten waren nach der Reinigung mit Säuren ausgeglüht, aber nicht als Anoden angewandt worden. In der zweiten Zeile stehen dann die zugehörigen Potentialdifferenzen, gemessen während der Strom geschlossen war und bezeichnet durch z | $Zn_0$, z | $Cu_0$, z | $Ag_0$, z | $Pt_0$, wenn die betreffende Electrode mit dem Sauerstoffpol, durch z | $Zn_H$ u. s. w., wenn sie mit dem Wasserstoffpol verbunden war. Die dritte Zeile endlich enthält die Potentialdifferenzen zwischen der reinen Electrode und der polarisirten, also Zn | $Zn_0$, Cu | $Cu_0$ u. s. w. d. h. diejenigen Grössen, welche gefunden werden sollten. Die beiden zuerst genannten Electroden bilden immer den ersten Zersetzungsapparat $ee_1$, die beiden letzten den zweiten $\varepsilon\,\varepsilon_1$. Alle Zahlen sind auf D = 1 bezogen.

I. 4 Grove. Electroden: Zn | Pt und Cu | Pt.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z \| Zn | −0,07 | z \| Pt | 1,51 | z \| Cu | 0,98 | z \| Pt | 1,49 |
| z \| $Zn_H$ | −0,08 | z \| $Pt_0$ | 2,59 | z \| $Cu_H$ | 0,95 | z \| $Pt_0$ | 2,57 |
| Zn \| $Zn_H$ | −0,01 | Pt \| $Pt_0$ | **1,08** | Cu \| $Cu_H$ | −0,03 | Pt \| $Pt_0$ | **1,08** |

II. 4 Grove. Electroden: Zn | Pt und Pt | Pt.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z \| Zn | −0,06 | z \| Pt | 1,41 | z \| Pt | 1,41 | z \| Pt | 1,41 |
| z \| $Zn_H$ | −0,07 | z \| $Pt_0$ | 2,39 | z \| $Pt_H$ | 0,44 | z \| $Pt_0$ | 2,39 |
| Zn \| $Zn_H$ | −0,01 | Pt \| $Pt_0$ | **0,98** | Pt \| $Pt_H$ | −0,97 | Pt \| $Pt_0$ | **0,98** |

III. 3 Grove. Electroden: Zn | Pt und Cu | Pt.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z \| Zn | 0,02 | z \| Pt | 1,44 | z \| Cu | 1,00 | z \| Pt | 1,43 |
| z \| $Zn_0$ | 0,03 | z \| $Pt_H$ | 0,58 | z \| $Cu_0$ | 1,02 | z \| $Pt_H$ | 0,57 |
| Zn \| $Zn_0$ | 0,01 | Pt \| $Pt_H$ | **—0,86** | Cu \| $Cu_0$ | 0,02 | Pt \| $Pt_H$ | **—0,86** |

IV. 3 Grove. Electroden: Zn | Pt und Ag | Pt.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| z \| Zn | 0,02 | z \| Pt | 1,42 | z \| Ag | 1,35 | z \| Pt | 1,40 |
| z \| $Zn_0$ | 0,04 | z \| $Pt_H$ | 0,57 | z \| $Ag_0$ | 1,36 | z \| $Pt_H$ | 0,58 |
| Zn \| $Zn_0$ | 0,02 | Pt \| $Pt_H$ | —0,85 | Ag \| $Ag_0$ | 0,01 | Pt \| $Pt_H$ | **—0,82** |

V. 4 Grove. Electroden: Zn | Pt und Pt | Pt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| z \| Pt | 1,35 | z \| Pt | 1,35 |
| z \| $Pt_H$ | 0,49 | z \| $Pt_H$ | 0,40 |
| Pt \| $Pt_H$ | **—0,86** | Pt \| $Pt_H$ | **— 0,86** |

VI. Dieselbe Combination.

| | | | |
|---|---|---|---|
| z \| Pt | 1,35 | z \| Pt | 1,35 |
| z \| $Pt_0$ | 2,36 | z \| $Pt_0$ | 2,37 |
| Pt \| $Pt_0$ | **1,01** | Pt \| $Pt_0$ | **1,02** |

Aus dieser Tabelle ist Folgendes ersichtlich: In einem jeden Strom, also bei gleichbleibender Intensität und gleichbleibender electromotorischer Kraft, ist die Polarisation zweier Platinplatten vollständig die gleiche, denselben mag als andere Electrode wieder eine Platinplatte in verdünnter Schwefelsäure, eine Zinkplatte in Zinkvitriollösung, eine Kupferplatte in Kupfervitriollösung oder eine Silberplatte in Silbernitratlösung gegenüberstehen und zwar gilt das sowohl für die Polarisation durch Sauerstoff, als für die durch Wasserstoff. Die erhaltenen Zahlen sind noch immer nicht Maximalwerthe besonders nicht in den Fällen, wo die primäre electromotorische Kraft durch die entgegengestzte Anordnung der Electroden geschwächt

wurde, sie fallen aber fast genau mit den von Gaugain[31]) gefundenen Zahlen zusammen.

Was die gleichzeitige Polarisation der gegenüberstehenden Platte von Zink, Kupfer oder Silber betrifft, so erweist sich dieselbe als äusserst gering. Ganz unpolarisirbar ist bei so starken Strömen natürlich auch das Zink nicht mehr, aber immerhin sind diese Polarisationen stets so schwach, dass nur ein äusserst unbedeutender Fehler gemacht worden ist, wenn in älteren Arbeiten nur die Polarisation der einen Electrode gemessen wurde, während man die der anderen ganz beseitigt glaubte. Ich bemerke auch noch, dass alle jene Messungen in eine Zeit fallen, in welcher die Angaben du Bois-Reymonds[32]), welche die geringe Zahl wirklich unpolarisirbarer Combinationen kennen lehrten, noch nicht vorhanden waren. Mag man jetzt die auftretenden Polarisationen definiren, wie man will; die Methode ist gerechtfertigt und die oben angeführten Resultate widersprechen bestimmt dem verwerfenden Urtheile des Herrn Exner. Ich glaube daher auch die verschiedenen Epitheta ornantia, mit welchem derselbe unsere Methode beehrt hat, als da sind „absurd", „vollkommen unrichtig", „ganz ohne Sinn" als nicht ganz wohl angebracht bezeichnen zu dürfen. Und wenn die Abschwächung der electromotorischen Kraft einer inconstanten Zinkplatinkette vorher zweideutig schien, so kann man wohl etwas Aehnliches von den eben mitgetheilten Versuchsergebnissen nicht sagen. Wollte man auch die Polarisation einer Platinplatte durch Wasserstoff wieder einer Beseitigung des Sauerstoffs zuschreiben, so sehe ich doch nicht, wie man etwas Analoges gegen die Polarisation einer Platinplatte durch Sauerstoff beibringen könnte, welche ebenfalls ganz gleich

31) Compt. rend. XLI. p. 1166 (1855).
32) Berl. Monatsb. 1859. p. 443.

gefunden wird, die gegenüberstehende Platte mag eine polarisirbare oder eine unpolarisirbare, sie mag Platin, Zink oder Kupfer sein. Ich muss danach den Begriff der Polarisation überhaupt, wie er bis jetzt allgemein gefasst wurde, auch jetzt noch aufrecht erhalten. Auch ist es eine nicht zu unterschätzende Stütze für die hergebrachte Anschauung, dass die auf dieselbe basirten ferneren Untersuchungen zu Resultaten geführt haben, die mit der Erfahrung vollständig übereinstimmen; ich erinnere nur an F. Kohlrauschs Untersuchungen über die electromotorische Kraft sehr dünner Gasschichten.[33])

Es kommt mir nicht in den Sinn, auf Grund der gewonnenen Resultaten den Kampf der Contacttheorie gegen die electrochemische wieder aufnehmen zu wollen. Ich würde das für ein sehr verkehrtes Beginnen halten. Ich weise lediglich die unter bestimmten Umständen vorhandenen Potentialdifferenzen nach und zweifele keinen Augenblick daran, dass dem Ausgleiche derselben, dem Strome, ein aequivalenter chemischer Vorgang und ein aequivalenter Wärmeprocess entsprechen wird. Und wenn wir durch die späteren Versuche des Herrn Exner[34]) erfahren, dass auch der voltasche Fundamentalversuch, der wohl von keinem Contacttheoretiker als ein in befriedigender Weise erklärter angesehen wird, sich auf einfache chemische Vorgänge reduciren lässt, so können auch dadurch die Grundanschauungen, welche seit Ohm unseren Vorstellungen vom Zustandekommen des Stromes zu Grunde liegen, nicht zerstört, sondern nur geklärt werden. Nur kann ich nicht zugeben, dass das vorliegende Material schon genüge, um die bekannten Erscheinungen des Galvanismus einfach als rein chemische Vorgänge darstellen zu können.

---

33) Poggend. Ann. CXLVIII. p. 143 (1872).
34) Wiener Sitzungsber. 17. Juli 1879.

Derselbe beschrieb einen

„Schlüssel für electrische Leitungen."

Die Apparate, deren man sich zur schnellen Herstellung und Unterbrechung von Leitungen bei Arbeiten mit galvanischen Strömen zu bedienen pflegt, lassen sich ihrer unzureichenden Isolationsfähigkeit wegen nicht anwenden, wenn es sich um Messung electrischer Potentiale mittelst des Electrometers handelt. Ich bediene mich für diesen Fall eines Schlüssels von folgender Einrichtung.

Auf ein Fussbrett ist eine dicke Hartgummileiste gg (Fig. 3) festgeschraubt, welche drei Klemmschrauben a, b und c trägt. Mit a und c sind zwei starke Messingbögen m und n verbunden, deren freie Enden einander gerade gegenüber stehen. Mit b ist eine starke Messingfeder f verbunden, welche in ein dickeres Messingstück p ausläuft. Die Feder drückt in der Ruhelage p gegen m. Das Fussbrett trägt weiter eine Säule s, in welcher eine Welle w mittelst einer Handhabe drehbar ist, so dass sie, von unten her durch eine Mutter festgezogen, sich nur mit starker Reibung drehen kann. Auf die Welle ist eine seidene Schnur aufgewickelt, deren freies Ende an p befestigt ist. Windet man die Schnur mittelst der Handhabe auf, so legt sich p gegen n fest an, man kann also, ohne irgend welche störende Reibung im Apparate hervorzubringen, eine nach b hinführende Leitung nach Belieben nach a oder nach c hin weiter führen. Für die meisten Zwecke ist es wünschenswerth, zwei solche Schlüssel auf demselben Fussbrett befestigt zu haben.

Ein paar Beispiele mögen die Anwendung dieses Schlüssels vergegenwärtigen:

1) als Commutator, z. B. zur Prüfung der Aufstellung des Electrometers (Fig. 4). m und $m_1$ sind miteinander und mit dem Electrometer E verbunden, n und $n_1$ untereinander und mit dem Erdboden B. Vom Pol $\alpha$ geht eine Leitung zur Klemmschraube $b_1$, vom Pol $\beta$ eine solche zu b. Zieht man $p_1$ gegen $n_1$ und lässt p gegen m drücken, so giebt das Electrometer den Ausschlag nach der einen Seite. Zieht man p gegen n und lässt $p_1$ gegen $m_1$ drücken, so muss es den gleichen Ausschlag nach der anderen Seite geben.

2) Es soll die electromotorische Kraft des Normalelementes D verglichen werden mit der eines anderen Elementes x und zwar a) so lange dieses geöffnet bleibt und b) nachdem es geschlossen gewesen ist. (Fig. 5) m und $m_1$ sind untereinander und mit dem Electrometer E, $n_1$ mit dem Erdboden B verbunden. Vom Pole $\alpha$ des Normalelementes führt eine Leitung nach b, vom Pole $\beta$ eine zum Erdboden. Ebenso geht vom Pole $\alpha_1$ eine Leitung nach b, von $\beta_1$ eine zum Erdboden. Die Platten p und $p_1$ stehen zunächst in den zwischen den Bögen m und n einerseits und $m_1$ und $n_1$ andererseits freibleibenden Räumen, ohne einen der Bögen zu berühren. Mit dem Erddraht (oder dem Pole $\beta_1$) ist endlich noch ein Draht h verbunden, den man an $m_1$ anhaken kann, um das Electrometer zu entladen. Soll nun die electromotorische Kraft von D gemessen werden, so hakt man den Draht h los und lässt durch Nachlassen der Schnur p gegen m drücken und dort festliegen bis die Ablesung gemacht ist. Dann entladet man das Electrometer nach Zurückziehen von p durch Festhaken von h. Soll die electromotorische Kraft des offenen Elementes x gemessen werden, so hakt man h los, lässt $p_1$ fest gegen $m_1$ anliegen und liest wieder ab. Soll endlich die electromotorische Kraft von x nach erfolgtem Stromschluss gemessen werden, so zieht man $p_1$ fest gegen $n_1$ und lässt, während h fest-

gehakt bleibt, den Stromschluss die gewünschte Zeit hindurch dauern, hebt dann h ab und lässt $p_1$ nur kurz gegen $m_1$ anschlagen, worauf man es sofort wieder gegen $n_1$ heranzieht um den Strom weiter geschlossen zu halten. Durch wiederholtes kurzes Loslassen der Schnur und kurzes Anschlagen von $p_1$ gegen $m_1$ erhält man schnell die verlangte Einstellung.

3) Es soll die Potentialdifferenz einer einzelnen polarisirten Electrode gegen eine andere gegebene Platte mit der electromotorischen Kraft der polarisirenden Batterie verglichen werden (Fig. 6). m und $m_1$ sind wieder untereinander und mit dem Electrometer verbunden. Weiter sind verbunden: b mit $n_1$ untereinander und mit einem Batteriepol $\alpha$, der Pol $\beta$ und die Electrode $\beta_1$ mit dem Erdboden, die Electrode $\alpha_1$ mit der Klemmschraube $b_1$. Die neutrale Platte z, welche mit dem Zersetzungsapparat durch ein Wasserrohr verbunden ist, kann durch einen in einen Haken endigenden Draht d mit der Electrometerleitung in Verbindung gesetzt werden. Um die primäre electromotorische Kraft zu finden verfährt man wie vorher, d. h. nach Loshaken von h wird p gegen m angelegt. Darauf wird h wieder befestigt, p zurückgezogen und $p_1$ fest an $n_1$ herangezogen. Die Zersetzung geht nun im Voltameter vor sich. Soll dann die einseitige Messung der Polarisation während der Dauer des polarisirenden Stromes vorgenommen werden, so wird h losgehakt und an dessen Stelle der Haken d befestigt. Um die Potentialdifferenz zwischen der polarisirten und der unpolarisirten Electrode zu finden, muss selbstverständlich dieselbe Operation durchgemacht worden sein, bevor $p_1$ gegen $n_1$ angedrückt worden war.

---

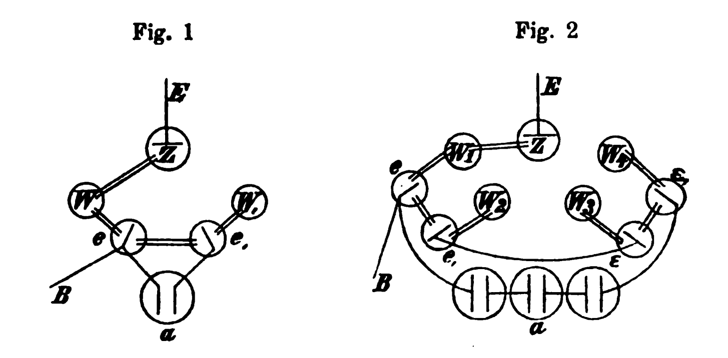



Fig. 1 Fig. 2

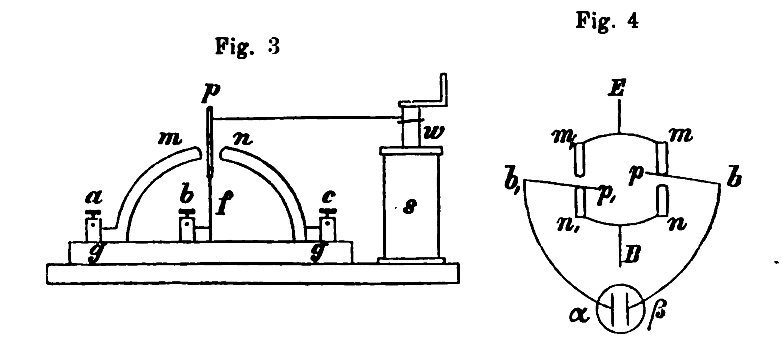



Fig. 3 Fig. 4

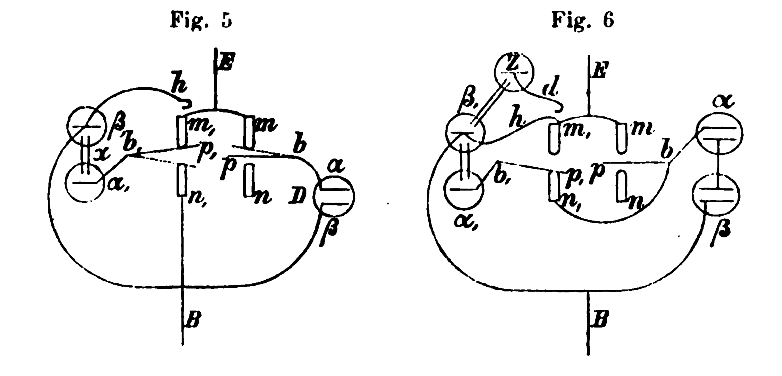



Fig. 5 Fig. 6

Herr C. W. Gümbel spricht über die vorgelegte Abhandlung:

„Petrographische Untersuchungen über die eocenen Thonschiefer der Glarner Alpen“ von Fr. Pfaff.

Zu den Eigenthümlichkeiten des Alpengebirges, welche längere Zeit die richtige Altersbestimmung gewisser Schichtensysteme desselben erschwerte, gehört auch das Vorkommen von mächtigen Thonschiefermassen von derselben Beschaffenheit, wie sie ausserhalb der Alpen nur in den älteren paläozoischen Formationen sich finden, während sie hier als ein Glied der eocenen Formation sich schliesslich zu erkennen gaben.

Wenn wir den Ausdruck gebrauchten „von derselben Beschaffenheit wie die älteren Thonschiefer“ so gründet sich derselbe zunächst nur auf die Untersuchung des Gesteines, soweit sie ohne besondere Hilfsmittel vorgenommen werden kann. Da aber eine solche naturgemäss uns keine genügende Auskunft über die Natur eines Gesteines geben kann und meines Wissens eine dem jetzigen Stande der Petrographie entsprechende genauere mikroskopische und chemische Untersuchung derselben noch nicht vorliegt, überhaupt die schiefrigen Gesteine noch nicht allzu häufig nach den neueren Methoden Gegenstand einer solchen geworden sind, so möchten die folgenden Mittheilungen über diese jüngeren Schiefer und Thonschiefer im Allgemeinen nicht ohne Interesse sein.

Das Material dazu wurde von mir vorigen Herbst theils in der Umgegend von Ragatz theils im oberen Sernftthale in der Gegend von Elm gesammelt.

Ohne näher auf die übrigen geologischen Verhältnisse dieser Schiefer einzugehen, wegen deren ich sowohl auf das Werk Heers, die Urwelt der Schweiz, als auch auf das von Heim, der Mechanismus der Gebirgsbildung, verweise, wende ich mich sofort zu einer Betrachtung der Beschaffenheit der Schiefer selbst.

Wie überall, wo sehr mächtige Schichtenreihen derselben ausgebildet sind, wechselt auch in diesem Gebiete das Aussehen und die Beschaffenheit der Schiefer nicht unbeträchtlich. Gewöhnlich gleichmässig grau oder schwärzlich erscheinend, werden sie oft ziemlich hell, bräunlich bis zu ganz lichtem Ockergelb und hie und da selbst streifig und fleckig. Ebenso wechselt ihre Härte; manche sind sehr weich, so dass sie sich sehr leicht sägen lassen, andre quarzreichere sind ziemlich hart und kaum mehr zu sägen. Auch in Beziehung auf die mehr oder weniger vollkommene Schieferung zeigen sich nicht unerhebliche Verschiedenheiten, von den feinsten, zu Schreib-Tafeln verwendeten, leicht in die dünnsten Blättchen spaltbaren bis zu ziemlich groben, leicht nur in dickere Platten zu theilen, die theils noch Dachschiefer, theils senkrecht neben einander gestellt dauerhafte Einzäunungen von Feldern und Wiesen liefern. Während die feinsten höchstens Glimmerschüppchen hie und da erkennen lassen, sonst aber vollkommen einfach dem blossen Auge erscheinen, kann man in den gröberen namentlich Quarzkörnchen und silberweiss glänzende bis 1 mm grosse Glimmerblättchen in grosser Anzahl unterscheiden. Stellenweise wird das Gestein dann so gleichmässig grobkörniger, dass man Handstücke desselben leicht als glimmerreichen sehr feinkörnigen Sandstein bezeichnen könnte. Eigenthümlich ist, dass hie und da mit ganz scharfen Grenzen

selbst in einzelnen Handstücken sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung ganz feinschiefrige und grobkörnige sandsteinartige Lagen über und neben einander liegen und dabei so fest mit einander verbunden sind, dass man Dünnschliffe durch beide Gesteinsvarietäten zugleich gehend, sowohl in senkrechter wie in horizontaler, der Schieferung parallel gehender Richtung, anfertigen kann.

In manchen Lagen der Schiefer finden sich auch meist runde, kugelige oder ellipsoidische Knoten von 2—4 mm Durchmesser in grösserer Anzahl ein, meist ziemlich scharf gegen die sie rings umschliessende und sich ihnen anschmiegende, schiefrige Masse durch ihre weissliche Farbe abstechend. Nur sehr spärlich finden sich ähnliche Knoten im Innern aus Schwefelkies bestehend.

Der Mittheilung der mikroskopischen Untersuchung schicken wir zunächst Einiges über die chemische Zusammensetzung der Schiefer voraus.

Hervorzuheben ist hier vor Allem eine Eigenthümlichkeit dieser Schiefer, die sie vor anderen auszeichnet, nehmlich der bedeutende Gehalt an Kalkkarbonat. Derselbe schwankte in 4 verschiedenen von mir untersuchten Varietäten zwischen 17 und 32 pC. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass derselbe nicht von grösseren, in Spalten oder aderförmig vertheilten Anhäufungen an einzelnen Stellen herrührt, sondern ganz gleichmässig in sehr feinen Körnchen durch die Masse der Schiefer vertheilt ist, wie wohl die Schieferlager hie und da auf grosse Strecken sich hinziehende breitere Adern von Kalkspath oder Quarz an manchen Localitäten erkennen lassen.

Zieht man diesen fein vertheilten Kalk durch kalte Essigsäure aus, so bietet das zurückbleibende Schiefermehl hinsichtlich seiner Zusammensetzung kein von andern Thonschiefern abweichendes Verhalten dar, wie die folgende Analyse des feinen Tafelschiefers von Elm sofort erkennen

lässt, an der höchstens die geringe Menge von Kalkerde und Magnesia noch als eigenthümlich hervorzuheben wäre. Doch findet sich dies ebenso auch an älteren Thonschiefern, z. B. enthält der unter N. VII von Gümbel aufgeführte Schiefer der untern Kulmstufe vom Eisenberg bei Ludwigstadt nur 0,76 Kalk und Magnesia, der bekannte Dachschiefer von Lehesten in einer Varietät II nach Mäder nur 0,253 Kalk und keine Magnesia.[1]) Unter den von Rosenbusch untersuchten Elsässer Schiefern befinden sich ebenfalls mehrere, die sehr geringe Mengen von diesen Erden enthalten.

Eigenthümlich ist auch die nicht unerhebliche Menge von Kohlenstoff in den Tafelschiefern. In einer mit Flusssäure aufgeschlossenen Varietät betrug die Menge der zurückbleibenden unter dem Mikroskope nur als Kohlenstoff sich zu erkennen gebenden Masse 1,0 pC. Es zeigte sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung, dass ein Theil dieser Masse als Graphit anzusehen ist, andrerseits machte es ein eigenthümlicher bei Behandlung des Schiefers mit Schwefelsäure sich bemerkbar machender Geruch, so wie das Bräunlichwerden einer Kalilösung mit Schieferpulver wahrscheinlich, dass wohl ein Theil der schwarzen Masse im Schiefer eine organische Verbindung sein müsse. Auf meinen Wunsch hatte Herr Professor Hilger die Güte, wie bei der Elementaranalyse organischer Körper den Schiefer, nachdem derselbe mit Essigsäure vom kohlensauren Kalke befreit war, in einem Strome von Sauerstoffgas in seinem Laboratorium verbrennen zu lassen. Aus der gebildeten Kohlensäure berechnete sich die Menge des Kohlenstoffs zu 1,67 pC. Die Gewichtszunahme des Chlorkalciumrohres ergab 9,52 Wasser, welches 1,19 pC. Wasserstoff enthält. Wie viel von diesem Wasser aus dem Schiefer als solches aus-

1) Gümbel, Geognost. Beschreib. des Fichtelgebirges S. 286 und S. 287.

getrieben wurde, und wie viel davon aus dem Wasserstoff einer Kohlenwasserstoffverbindung entstand, lässt sich nicht bestimmen. Doch dürfte von der letzteren nur wenig vorhanden sein, da die mikroskopische Untersuchung nirgends andre als ganz undurchsichtige schwarze Körnchen zeigt, die auch in den dünnsten Schliffen und im feinsten Pulver schwarz und undurchsichtig bleiben, während die nur wenig Wasserstoff enthaltende Steinkohle schon bräunlich durchscheinend bis durchsichtig im Dünnschliffe wird. Nur hie und da bemerkt man an diesen kohligen Massen, dass sie Licht in sehr geringer Menge auch etwas bräunlich hindurchgehen lassen.

Die weitere Analyse des Schiefers ergab nun folgende Zahlen:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure | 56,97 |
| Thonerde | 15,64 |
| Eisenoxyd | 11,64 |
| Kalkerde | 1,16 |
| Magnesia | Spuren |
| Kali | 4,27 |
| Natron | 0,62 |
| Kohlenstoff | 1,67 |
| Wasser | 9,52 |
| | 101,49 |

Der Gehalt an Kalkkarbonat ist gerade bei diesem Tafelschiefer ein sehr hoher, nehmlich 32,16 pC.

Das Eisen ist jedenfalls zum Theil auch als Eisenoxydul vorhanden, doch wurde dasselbe nicht besonders quantitativ bestimmt. Mit Ausnahme des ungewöhnlich grossen Gehaltes an Kalkkarbonat bietet demnach dieser Schiefer durchaus keine Besonderheiten dar und verhält sich ganz wie die älteren Thonschiefer.

Wir wenden uns nun zu der mikroskopischen Unter-

suchung und deren Resultaten, und zwar wollen wir die beiden Hauptaufgaben, welche derselben erwachsen, gesondert betrachten, indem wir zuerst die mineralogische Zusammensetzung d. h. die Bestimmung, aus welchen Mineralsubstanzen die Schiefer zusammengesetzt sind, erörtern, und darauf die Frage, wie dieselben abgelagert und entstanden sein mögen.

Einige Bemerkungen über die Anfertigung der Präparate mögen hier gestattet sein, da sie vielleicht einem oder dem andern jüngeren Fachgenossen, der Schiefer zu untersuchen wünscht, nicht ganz ohne Nutzen sein dürften und die Frage, wie ein Präparat hergestellt wurde, für die Beurtheilung der aus ihrer Betrachtung gezogenen Schlüssen nicht ganz gleichgültig ist.

Schon Zirkel erwähnt in seiner auch von Gümbel a. a. O. S. 277 als meisterhaft erwähnten bahnbrechenden Arbeit über Thonschiefer, auf die wir noch öfters Bezug nehmen werden, die Schwierigkeit, ganz befriedigende Dünnschliffe von Schiefer herzustellen. Besonders gilt dieses von Schliffen, die senkrecht zur Schieferung angefertigt werden sollen. Parallel der Schieferung ist die Schwierigkeit nicht so erheblich, wenn es allerdings häufig vorkommt, dass man zuletzt hie und da, wenn man das Präparat recht dünn machen will, was bei den Thonschiefern besonders nöthig ist, Löcher in dasselbe schleift, doch ist es dann doch immer noch brauchbar. Von einem Uebertragen des geschliffenen Präparates wird man bei den Schiefern wohl immer absehen müssen.[1]) Wenn das Präparat so weit auf einer Eisenplatte

1) Um doch dabei die Objectträger unzerkratzt zu erhalten, benütze ich eine Eisenplatte, in welche 2 parallele Nuten so eingehobelt sind, dass zwischen ihnen ein Raum von 24 mm frei bleibt, auf dem geschliffen wird. Der Objectträger wird dann an seinen schmalen Seiten mit 2 schmalen Streifen feinen Papiers überklebt, die gleichsam Schutzleisten bilden, so dass das Präparat beim Schleifen ganz gleichmässig dünn

dünn geschliffen war, dass es anfing durchsichtig zu werden, setzte ich das Schleifen stets in der Art fort, dass ich mit einem dünnen Stahlplättchen, auf das zum Anfassen ein kleiner Kork aufgekittet war, oder mit einem ähnlichen Glasplättchen auf dem Schieferstückchen mit dem feinsten Schmirgel so leicht als möglich hin und herfuhr. Ist das Schieferstück gut auf den Objectträger aufgekittet, was von dem grössten Einflusse ist, so kann man auf diese Weise, allerdings mit etwas mehr Zeitaufwand, Präparate von sehr geringer Dicke herstellen, und was auch in vielen Fällen sehr vortheilhaft ist, etwas keilförmige. Man hat so an einem Rande, ich möchte sagen, fast nur noch ein Häutchen des Schiefers, und etwas dickere Stellen nach der entgegengesetzten Seite.

Nimmt man sehr feinen Schmirgel, so kann man auf diese Weise mit demselben die Präparate so schleifen, dass sie bei sehr schiefer Incidenz der Strahlen schon ziemlich spiegeln; namentlich bei Lampenbeleuchtung kann man dann das Vorhandensein auch der kleinsten Quarzkörnchen in dem noch unbedeckten Präparate erkennen, indem diese vollkommen polirt werden und wenn sie auch noch so klein sind, wie Brillanten funkeln.

Nach dem Schleifen wurde stets die Hälfte des Präparates mit Kanadabalsam überzogen und nachdem derselbe etwas fest geworden war, das Präparat in verdünnte Salzsäure gelegt, einige auch längere Zeit in concentrirte. Man kann so mit einem Blicke durch richtiges Einstellen des Präparates die Wirkungen der Salzsäure, das Verhalten des geätzten und des nicht geätzten Theiles übersehen.

Von allen Handstücken wurden Schliffe parallel und senkrecht zur Schieferung in dieser Weise hergestellt, da

---

werden muss und die Ränder nicht verkratzt werden können, da der Objectträger schliesslich an seinen beiden Enden mit dem Papiere auf der Eisenplatte neben den Nuten ruht.

die ersteren wohl über die vorhandenen Mineralien Aufschluss geben können, aber fast gar nichts über die Structurverhältnisse lehren.

Betrachtet man nun die wohl ausgebildeten Dach- und Tafelschiefer in Schliffen parallel der Schieferung, so bieten dieselben nichts von den älteren Schiefern abweichendes dar und die von Zirkel und Gümbel gegebenen Beschreibungen derselben passen auch für diese eocenen Schiefer. Eine von mir vorgenommene Vergleichung dieser mit Präparaten, die ich von Schiefern aus Caub darstellte, ergab so wenig Verschiedenheit, dass man sie für gleich ansehen kann. Die so charakteristischen feinen haarförmigen Mikrolithe, die nur bei starker Vergrösserung als durchsichtige Fädchen oder Nädelchen erscheinen, sonst aber nur wie feine schwarze Pinselhaare, zeigen sich gerade so, wie in den Cauber Schiefern in sehr grosser Anzahl und bedingen wesentlich mit die schwarze Färbung an allen nicht ganz besonders dünnen Stellen der Schliffe. Sie finden sich nicht in allen Proben von gleicher Menge, ganz fehlten sie aber nirgends. Durchschnittlich erschienen sie mir noch feiner, als die der Cauber Schiefer, aber auch wie diese nicht selten gekrümmt, selbst hakenförmig umgebogen, häufig sehr spitz auslaufend. Im Mittel zeigten sie eine Länge von 0,012 — 0,018 mm. Der breiteste, den ich fand, hatte eine Breite von 0,0015 mm. Manche erschienen dagegen selbst bei einer 1050facher Vergrösserung (Hartnack Syst. 10, Ocular 4) noch als einfache schwache Striche. In einem dünnen Blättchen, das vor dem letzten Schleifen so stark geglüht wurde, dass es gelb wurde, zeigten sie sich ebenso unverändert wie in einem anderen, das 8 Tage in Salzsäure gelegen war. Sie liegen ohne irgend welche Regelmässigkeit, aber nicht, wie dies die von Zirkel untersuchten zeigen, nur parallel der Schieferungsfläche, wenn sie auch am häufigsten so liegen, sondern unter allen möglichen Neigungen gegen diese, wie man dies aus

den Schliffen senkrecht zur Schieferung sehr deutlich erkennen kann. Ueber ihre mineralogische Natur lässt sich auch nach diesen Präparaten nichts Sicheres aussagen, natürlich auch nicht, ob sie alle derselben Mineralspecies angehören oder nicht.

Der Menge nach alle andern Bestandtheile übertreffend zeigte sich der Glimmer und dem Glimmer ähnliche Mineralien, deren Natur genau zu bestimmen gegenwärtig wohl unmöglich sein dürfte. In unseren Schiefern giebt sich ein Glimmer schon makroskopisch sehr deutlich zu erkennen. Auch in den feinsten Tafelschiefern erscheinen zahlreiche silberweiss glänzende Schüppchen bis zu $1/2$ mm gross, in den etwas gröberen Dachschiefern werden einzelne bis 1 mm gross, und sie lassen sich, wenn man das Gestein im Stahlmörser zermalmt und schlämmt, nicht schwer isoliren. Es sind entschieden etwas verschiedene Substanzen; die einen ganz farblos, die andern gelblich bis bräunlich gefärbt. In den Dünnschliffen zeigt sich, wiewohl sehr spärlich, an einigen Stücken eine etwas ins Grünliche gehende glimmerähnliche Masse, welche wir mit Gümbel als eine dem Chloropit nahe stehende chloritische bezeichnen dürfen. Die Glimmerblättchen zeigen sich nun vielfach gebogen und gewunden, andren körnigen Mineralien sich anschmiegend, und vielfach wellig fein gestreift. Nie habe ich eine regelmässige Begrenzung desselben wahrgenommen, dagegen häufig eine zackige Beschaffenheit ihrer Ränder. In den Präparaten bewirkt das häufige Gekrümmtsein der Blättchen, dass man die Grenzen desselben nicht vollständig verfolgen kann, indem sie sich nach der Tiefe zu biegen und von andern Bestandtheilen überlagert werden. Eigenthümlich ist auch für die farblosen Glimmer, dass sie im nicht polarisirten Lichte ganz gleichmässig erscheinend, im polarisirten nun Streifen erkennen lassen, die ein verschiedenes optisches Verhalten zeigen, namentlich auch verschiedene Orientirung

der Schwingungsrichtungen. In den gröbsten Schiefern erscheinen manche der Glimmerblättchen an ihren Rändern in sehr feinfasrige Massen überzugehen. Die Glimmerblättchen sind besonders häufig von sehr feinen Kalkspathkörnchen besetzt und eingefasst, wie man das besonders gut beobachten kann, wenn man ein halb geätztes Präparat so ins Gesichtsfeld des Mikroskopes bringt, dass die eine Hälfte desselben vom geätzten, die andre vom nicht geätzten Theile eingenommen wird.

Auch die Glimmerblättchen liegen übrigens nicht durchgängig in der Schieferungsebene, sondern gleichfalls nicht sehr selten gegen dieselbe geneigt, wie man dies ebenfalls in den zur Schieferung senkrechten Schliffen auf den ersten Blick erkennen kann. Sie sind manchmal so dünn, auch die durch Schlämmen isolirten, dass sie ganz oder stellenweise nicht mehr doppeltbrechend sich zeigen und keine merkliche Polarisation deshalb hervorrufen.

Neben den Glimmerblättchen macht sich der Quarz, der ebenfalls schon makroskopisch auch in den feinen Tafelschiefern erkennt werden kann, im polarisirten Lichte sehr auffallend bemerklich. Er erreicht hier nicht selten einen Durchmesser von 0,09 — 0,12 mm; in den groben sandsteinartigen, hart neben den feinen schieferigen Stellen werden sie selbst einen ganzen mm gross. Sie erscheinen meist wasserhell, in den gröberen zuweilen etwas bräunlich, eckig und unregelmässig gestaltet, äusserst selten auch nur auf eine kleine Strecke eine geradlinige Begrenzung zeigend. Sie sind reich an Einschlüssen und Bläschen, die häufig reihenweise liegen. Die Einschlüsse sind sehr verschiedenartig, theils aus feinkörnigen oder staubartigen Partikelchen bestehend, theils aus krystallinischen, nadelförmigen unbestimmbaren Kryställchen. In einem der Quarze fand sich auch ein sehr hübscher Zwillingskrystall, eine knieförmige Verwachsung zweier säulenförmiger Krystalle, der aus-

springende Winkel des Knies von 2 Säulenflächen gebildet, ergab im Mittel aus 8 Messungen 117°. Eine gerade Endfläche war ebenfalls noch deutlich zu erkennen, doch war es mir bei der geringen Grösse auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht möglich, das Krystallsystem sicher zu bestimmen und ich will daher auch keine Muthmassung über die Natur dieses farblos erscheinenden Zwillinges äussern.

Auch die Quarze lassen übrigens häufig erkennen, dass sie aus einem rundlichen Korne bestehen müssen, indem sie namentlich in den parallel der Schieferfläche angefertigten Präparaten keine scharfe Begrenzung aufweisen, indem sich über die dünneren Ränder der Linse andre Bestandtheile, namentlich die schwarzen Mikrolithe auflagern und jene dadurch unsichtbar machen. Neben diesen Quarzkörnern finden sich, wie dies auch Gümbel für die Fichtelgebirger Thonschiefer erwähnt, eine Menge sehr feiner splitteriger Quarzmassen.

In noch grösserer Menge zeigt sich nun in den Parallelschnitten eine schwarze Masse, die in etwas dickeren Präparaten fast alle andern verdeckt, der Menge nach aber um so mehr zurücktritt, je dünner das Präparat wird. Dieselbe zeigt sich an den dünneren Stellen der Präparate sehr deutlich meist aus rundlichen oder auch etwas eckigen, ganz undurchsichtigen Körnern oder Blättchen bestehend, die gewöhnlich 0,009 — 0,012 mm im Durchmesser haben, und meist gruppenweise beisammen stehen. Sie finden sich aber auch noch viel kleiner und scheinen selbst die staubartigen schwarzen Pünktchen zu bilden, die man überall zerstreut findet. Dieselben möchten wohl grösstentheils als Kohle und zwar Graphit anzusehen sein. Die Anwesenheit des letzteren lässt sich nehmlich sehr bestimmt nachweisen, indem, wenn man die silberartig glänzenden Blättchen, die das blosse Auge schon erkennt, isolirt, unter diesen sich

immer einige als feine Graphitblättchen unter dem Mikroskope durch ihre Undurchsichtigkeit und schwarze Farbe bei auffallendem Lichte zu erkennen geben.

Neben diesen meist rundlichen schwarzen Massen finden sich aber auch unregelmässig geformte von beträchtlicherer Grösse, hie und da in einer Weise durchbrochen, die an lockeres Zellgewebe erinnert. Auch diese schwarzen Massen schmiegen sich dem Glimmer ähnlich oft an die grösseren Fragmente an und umgeben dieselben, so dass sie auf den Querschliffen oft wellenförmigen Verlauf zeigen und wie Bänder erscheinen. Diese schwarzen Massen sind in den verschiedenen Varietäten in sehr verschiedener Menge vorhanden, am reichlichsten in den feinschiefrigen Tafelschiefern von Pfäfers. Fast ganz fehlen sie in den Knoten, welche sich in diesen Schiefern finden. Feldspath lässt sich im Ganzen in den feinen Tafel- und Dachschiefern nur selten deutlich nachweisen, doch kommen leistenförmige auf 2 Seiten von parallelen Linien begränzte farbig polarisirende Massen vor, hie und da mit einer Andeutung von Zwillingsstreifung, die kaum von einem andern Mineral herrühren können. Es ist diese Annahme um so wahrscheinlicher, als Feldspathe in den gröberen sandigen Schiefern mit dem plötzlichen Uebergang in feinschiefrigen Thonschiefer, in sehr grossen und sehr deutlichen Körnern auftreten, die bis zu 0,25 mm erreichen. Dieselben gehören theils orthoklastischen, grösseren Theils klinoklastischen Feldspathen an. Die letzteren zeigen vielfach keilförmig in einander gefügte Zwillingslamellen eine geringe 12 — 14° übertragende Abweichung der Auslöschungsrichtung von der Kante P : M. Gewöhnlich zeigen sie sich schon in beginnender Zersetzung. Dieselbe giebt sich durch die Ungleichheit und Trübung der Farben, ferner dadurch zu erkennen, dass die geradlinigen parallelen Seiten wie zerfressen mit feinen Einbuchtungen erscheinen, dann geht nicht selten die Masse an den Enden in eine fasrig

körnige, das Licht ganz anders polarisirende über und selbst mitten in der im nicht polarisirten Lichte gleichartigen Schliffläche sieht man bei gekreuzten Nicols Stellen, die eine ganz andre Beschaffenheit erkennen lassen und bei Drehung in keiner Stellung mehr farbig oder hell werden. Ich habe einen dieser grösseren Krystalle in Fig. 6 gezeichnet, wie er bei gekreuzten Nicols erscheint und zwar bei einer Stellung, dass nur die feinen Zwillingslamellen dunkel werden. Nur zwischen a b ist der Rand gezeichnet, wie er sich bei parallelen Nicols verhält. Die Flecken 1, 2, 3 polarisiren, soweit sie ganz schwarz gezeichnet sind, gar nicht mehr, wo sie heller sind, polarisiren sie noch etwas, aber wenig. Bei parallelen Nicols bemerkt man von diesen Flecken nichts, oder kaum eine Spur einer etwas andern Färbung der Stellen.

Von Eisenerzen lässt sich unter dem Mikroskope nichts nachweisen mit Ausnahme des Eisenoxydhydrates, das namentlich in den hellen gelblichen Varietäten in grösserer Menge auftritt. Auch aus dem feingepulverten Schiefer liess sich mit Hülfe des Magnetes keine Spur von einem magnetischen Eisenerze ausziehen. Doch macht der in den Knoten hie und da in grosser Menge auftretende Schwefelkies es nicht unwahrscheinlich, dass manche der schwarzen undurchsichtigen Körner diesem Erze angehören mögen.

Zwischen diesen verschiedenen Bestandtheilen erblickt man nun auch ganz unregelmässig in Flecken vertheilt helle, farblose Partieen, welche das Licht nicht mehr polarisiren. Sucht man nach den Grenzen derselben, so bemerkt man bald, dass sich solche gar nicht zeigen, oder dass sich nur stellenweise Kontouren an ihnen erkennen lassen. Zirkel hat diese Masse als eine hyaline, wahrscheinlich aus amorpher Kieselsäure bestehende angenommen. Ich muss jedoch gestehen, dass mir diese Deutung wenigstens für diese eocenen Schiefer nicht sicher erscheint. Sollte es wirklich eine

amorphe Masse sein, so ist allerdings kaum an eine andre zu denken, als an Kieselsäure. Dagegen spricht aber das Verhalten der Schiefer, wenn man sie länger mit einer concentrirteren Lösung von kohlensaurem Natron kocht. Zwei verschiedene Proben von Schiefer mehrere Stunden lang mit einer solchen gekocht färbten die Lösung sehr schwach bräunlich, aber es konnte kaum eine Spur von Kieselsäure in der abfiltrirten Flüssigkeit nachgewiesen werden, während unter dem Mikroskope diese nicht polarisirende Masse einen nicht unerheblichen Bruchtheil des Ganzen zu bilden scheint. Will man aber diese Masse nicht als amorph gelten lassen, so muss man annehmen, dass sie schwach doppelbrechend und so dünn sei, dass sie keine Doppelbrechung mehr erkennen lasse. Vom Glimmer ist es nun nicht schwer Blättchen abzuspalten, die bei gekreuzten Nicols bei keiner Stellung desselben mehr hell oder farbig werden und daher auch wie eine amorphe Masse sich verhalten und auch von den grösseren durch Schlämmen aus dem Schiefer zu erhaltenden Glimmerblättchen zeigen manche ebenfalls keine Polarisation mehr. Dass man nun meist keine scharfe Grenze dieser nicht polarisirenden Massen sieht, kann ganz gut davon herrühren, dass sich die Ränder derselben verjüngen und von andren Massen überlagert sind, wie es Fig. 5 schematisch darstellt. Stellt a ein solches Glimmerblättchen dar, das nach b und c hin dünner wird, oder sich auch nur abwärts biegt, so werden die kohligen Bestandtheile, die haarförmigen Mikrolithe, von oben betrachtet, die Endigungen des Glimmerblättchens unsichtbar machen. Dass das auch bei dickeren solchen, die noch polarisiren, häufig vorkommt, davon kann man sich deutlich auch an den Präparaten überzeugen, welche parallel zur Schieferung geschliffen sind. Noch besser aber sieht man dieses an den Schliffen senkrecht zur Schieferung, welche jedenfalls das Vorhandensein einer solchen amorphen Sub-

stanz bedeutend einzuschränken räthlich machen. Die eigentliche Structur der Schiefer kann ohnedies nur aus der Betrachtung dieser genauer ermittelt werden und wir wenden uns nun noch zu einer Besprechung der Resultate aus der Betrachtung dieser senkrechten Schnitte.

Da eine Beschreibung immer etwas mangelhaft bleiben muss, indem sie nie ein vollständiges Bild geben kann, so habe ich mich bemüht, möglichst genau zwei solche Querschliffe, Fig. 1 von einem etwas gröberen (Dachschiefer) Fig. 2 von einem feinen Tafelschiefer von Elm wieder zugeben. Eine grosse Zahl der auffälligsten Elemente wurde genau gemessen und darnach der entsprechende Maassstab, der für Fig. 1 und 2 der gleiche ist, (200:1) darunter gezeichnet. Die Zeichnung giebt das Aussehen der Präparate in nicht polarisirtem Lichte. In beiden Präparaten war gleichmässig die in der Zeichnung oben erscheinende Seite etwas dicker, als die untere. Betrachten wir zunächst den gröberen Schiefer (Fig. 1) so fallen sofort die grösseren eckigen Fragmente auf, theils mit sehr scharfen Umrissen, theils mit scheinbar verschwimmenden. Sie gehören alle dem Quarze an. Durch Drehen der Mikrometerschraube überzeugt man sich, dass der Verschwimmen der Umrisse an einzelnen Seiten von einem Dünnerwerden des Fragmentes nach dieser Seite und einer Ueberlagerung des dünneren Endes durch feinere Fragmente und dünnere Krystallmassen, namentlich von Glimmern herrührt. Neben diesen grösseren Quarzfragmenten finden sich nun auch längere und schmälere, aber auch breitere und kürzere Fetzen von Glimmer, die häufig eine elliptische Gestalt zeigen, wie z. B. a und die schon erwähnte Eigenthümlichkeit einer nicht gleichmässigen Polarisation erkennen lassen. Die Glimmerblättchen erscheinen dann auch sehr häufig noch als feine rechteckige oder auch gebogene Streifen, wenn sie nehmlich genau senkrecht zu ihren Spaltungsrichtungen von der Schlifffläche

durchschnitten sind, im polarisirten Lichte sehr deutlich durch ihre Farben auch in ganz dünnen fädchenartig erscheinenden Stücken noch kenntlich; in nicht polarisirtem Lichte als farblose Streifen oder Zwischenräume zwischen den Mikrolithen und den kohligen Bestandtheilen sich zeigend, die etwas grösseren zeigen auch häufig eine bräunliche Farbe. Die, wie die Figur zeigt, etwas wellige Schieferung ist hauptsächlich durch die Lagerung dieser Glimmerblättchen, der Kohle nebst dem Graphit und die Lage der meistens, aber nicht ausnahmslos parallel derselben Richtung abgesetzten haarförmigen Kryställchen bedingt. Noch häufiger als die grossen Fragmente des Quarz zeigen auch die grossen Glimmerfetzen einen scheinbaren Mangel eines scharf erkennbaren Endes, bei ihnen ist das aber wohl stets durch eine Krümmung der Blättchen, wodurch gleichsam Mulden in ihnen entstehen, bedingt In und auf diese legt sich eine Menge der feinsten Körnchen, besonders von Kalkspath, die Mikrolithe und Kohlenstäubchen. Je stärkere Vergrösserungen man anwendet, desto mehr steigert sich die Fülle dieser kleinsten Schieferelemente in allen Tiefen, in die man durch Drehung der Mikrometerschraube noch eindringen kann. Ich habe auch hier versucht durch eine Abbildung dies anschaulich zu machen, indem ich eine kleine Parthie aus dem Präparate Fig. 2 (ziemlich aus der Mitte derselben etwas rechts oben den 3 beisammenstehenden Kohlkörnern) in 10fach grösserem Maassstabe (Immissionssystem Hartnack 10) zeichnete. Ausser diesen grösseren Elementen zeigen sich nun überall, namentlich im polarisirten Lichte eine grosse Zahl feinster Körnchen und Splitterchen, von denen erstre, soweit sie durchsichtig sind, dem Kalkspathe grösstentheils zuzurechnen sein dürften, ausserdem sind es Quarzsplitterchen und wohl Eisenoxydhydrat, welche noch in so feinen Partikeln sich finden. So grosse Stellen, welche das Licht nicht polarisiren, wie in den Schliffen parallel

der Schieferung beobachtet man hier nicht, sie sind überhaupt sehr selten zu sehen.

So wie nun das Präparat etwas dicker wird, nimmt die Menge der undurchsichtigen Bestandtheile scheinbar relativ zu, dann scheinen dieselben mehr und mehr breitere Bänder zu bilden, welche sich wellig zwischen den grösseren durchsichtigen Fragmenten hinziehen und sich ihnen anschmiegen, wie es die obere Seite von Fig. 1 und 2 erkennen lässt. Es braucht wohl kaum einer Erwähnung, dass diese relative Zunahme der undurchsichtigen Bestandtheile nur eine optische Wirkung ist, die sich überall wiederholt, und den Schein erzeugt, als ob die undurchsichtigen oder auch nur beträchtlich weniger durchsichtigen Elemente in überwiegender Menge vorhanden wären. Je dünner daher ein Präparat ist, desto richtiger wird es auch das Mengenverhältniss beider Arten von Bestandtheilen angeben.

Der makroskopisch schon bemerkbaren feineren Zusammensetzung und vollkommeneren Schieferung der Tafelschiefer entspricht auch das mikroskopische Bild derselben, wie es Fig. 2 darstellt. Auch hier machen sich bei dem ersten Blicke die noch ziemlich grossen elliptischen oder linsenförmigen grösseren Fragmente bemerklich, aber alle viel regelmässiger auf und über einander geschichtet, als es in Fig. 1 der Fall ist. Doch ist auch hier noch deutlich die wellige Structur ausgesprochen und ein wesentlicher Unterschied gegen die gröberen Schiefer nicht bemerklich.

Diese grossen Fragmente und die sehr deutliche wellig schiefrige Structur fand ich durchgängig bei allen diesen eocenen Schiefern, soviel ich auch untersuchte. Dieselbe kommt nicht allen Thonschiefern überhaupt zu, bei manchen ist sie so wenig ausgebildet, dass man sie gar nicht erkennt, und nicht mit Sicherheit angeben könnte, ob das Präparat senkrecht zur Schieferung angefertigt sei oder nicht, wenigstens die Richtung der Schieferung nicht sicher bestimmen

kann. Sehr auffallend fand ich dies z. B. bei dem Schiefer von Caub, den ich untersuchte, der sich äusserst gleichmässig höchst feinkörnig und feinsplitterig auf der Schliffläche senkrecht zur Schieferung zeigte, und keine Spur von solchen welligem Verlauf einzelner seiner Bestandtheile erkennen liess, kaum dass die feinen Glimmerleistchen die Richtung der Schieferung verriethen. Auch mehrere Schiefer des Fichtelgebirges zeigten in ähnlicher Weise Verschiedenheiten von den eocenen, doch ist es jetzt nicht meine Absicht auf diese weiter einzugehen. Dagegen will ich noch einige Bemerkungen über die Knoten in den Schiefern hier anfügen. Auch sie lassen sich in ihrem Verhalten zu der übrigen Schiefermasse auf Querschliffen besser erkennen. Betrachtet man die oft 3—4 mm im Durchmesser haltenden linsenförmigen oder kugelförmigen Massen, so erkennt man deutlich, dass sie fast nur aus Quarz und Glimmer in buntem Gewirre, aber von nicht sehr erheblicher Grösse der Fragmente bestehen. Nur sehr spärlich finden sich hier Kohlepartikelchen oder Mikrolithen. Auffallend ist die Kontour der Fragmente, nehmlich meist höchst unregelmässig, zackig, die einzelnen Blättchen greifen über einander über, ihre Grösse geht kaum über 0,03 mm hinaus. Nach den Seiten gehen die Knoten sehr rasch in die übrige schiefrige Masse über oder verlieren sich, richtiger ausgedrückt sehr rasch, es tritt gleichsam eine Spaltung der Schieferbänder (Fig. 4) bei a ein, die kohligen Zwischenmassen erscheinen wie an einander gepresst und legen sich oben und unten um die Knoten herum. Nicht polarisirende Substanz findet sich kaum in den Knoten, doch zeigen sich hie und da einzelne der Blättchen entschieden ohne Veränderung bei jeglicher Lage der beiden Nicols. Auch in den Knoten finden sich hie und da feine Leistchen, die verschiedene parallele feine Farbenstreifchen erkennen lassen und Feldspathen angehören könnten, da aber auch die Quarzkörnchen und Splitter meist

Farbenverschiedenheiten in feinen Linien erkennen lassen, so ist es bei der Kleinheit jener Leistchen nicht möglich, zu bestimmen, ob sie nicht am Ende nur Quarzsplitter seien.

Ich füge dieser Schilderung der eocenen Schiefer noch einige Bemerkungen über die Entstehung derselben bei. Die Betrachtung der Präparate führt auch bei ihnen sicher jeden Unbefangenen zu demselben Schlusse, den schon Zirkel in der erwähnten Arbeit gezogen hat, dass nehmlich keine wesentliche Aenderung in den Thonschiefern nach ihrem Absatze eingetreten sei und dass sie so, wie wir sie jetzt vor uns haben, auch entstanden seien. Dennoch kann man über ihre Entstehungsart noch etwas verschiedener Ansicht sein, insoferne, ob man sie mehr zu den klastischen mechanisch gebildeten Gesteinen oder mehr zu den krystallinischen chemischen Bildungen rechnen soll.

Offenbar wird die Beantwortung dieser Frage davon wesentlich abhängen, ob man jene amorphe Masse als eine selbständige, als einen auch der Menge nach wesentlichen Gemengtheil, auf chemischen Wege aus einer Lösung abgesetzt, ansehen will, und dann auch, welches Gewicht man auf die vorhandenen haarförmigen Krystalle legen will.

Es schien mir für diese Fragen nicht unwichtig, eine Reihe andrer, dem Thonschiefer in einer Art ähnlicher Massen, nehmlich der Mergel und Schieferthone zu untersuchen. Auch von diesen ist es nicht viel schwieriger, als von den Thonschiefern, Dünnschliffe parallel und senkrecht zu der Schieferungs- oder Schichtungsfläche anzufertigen. Ich habe solche von verschiedenen Thonen der Steinkohlenformation (Zwickau, St. Ingbert u. a.) der Trias, (Pflanzenthone des Keupers) Jura, dann Mergel des Lias, tertiäre (Cyrenenmergel u. a.) angefertigt. Hier zeigte sich nun, dass auch diese Massen ohne Ausnahme bald mehr, bald weniger krystallinische Elemente enthalten und zum Theil dem Thonschiefer ausserordentlich ähnlich sind. Namentlich

gilt dies für einige karbonische Thone auch hinsichtlich der Structurverhältnisse, wie sie auf den Querschliffen sich zeigen, so dass an manchen Präparaten es kaum möglich wäre zu unterscheiden, ob sie von einem Thon-Schiefer oder Thone genommen seien. Ueberraschend war mir namentlich auch, dass in einigen z. B. in den Thonen von St. Ingbert, die haarförmigen Kryställchen so reichlich sich finden, wie in manchen Schiefern. Allerdings sind die Thone und Mergel durchschnittlich viel ärmer daran, als die Schiefer, aber unter den von mir untersuchten, oben angeführten, fehlen sie keinem ganz und gar, obwohl sie meist auch noch feiner sind, als die in den eocenen Schiefern und hinsichtlich ihrer mineralogischen Natur noch weniger Aufschluss geben, als jene. Es stimmen diese Angaben vollkommen mit denen R. Credner's[1]) überein, der ebenfalls in 30, allen Formationen entnommenen Schieferthonen und Thonen diese feinen Kryställchen auffand.

Auch nicht polarisirende Stellen finden sich in der Mehrzahl der Präparate, so namentlich in dem Zwickauer Schieferthon, in den triasischen Pflanzenthonen, auch in dem Cyrenenmergel und besonders in den Oeninger Schieferthonen. Doch möchte ich auch hier wieder dieselben Zweifel geltend machen, ob wir es mit einem in Wahrheit amorphen, cämentirenden Teige zu thun haben, oder nicht bloss mit einer wegen ihrer geringen Dicke nicht wahrnehmbar polarisirenden krystallinischen Substanz. Die Frage ist hier insoferne noch schwieriger zu entscheiden, als die Thone wegen grösserer Menge undurchsichtiger Moleküle eine solche Substanz eben nur an den allerdünnsten Stellen deutlich erkennen lassen. Ohne hier näher auf die Beschaffenheit dieser Thone und Mergel näher eingehen zu wollen, steht doch das wohl fest, was wir hier nun hervorheben wollen,

1) Zeitschrift für d. ges. Naturw. 1874. S. 1 ff.

dass eine ganze Reihe von geschichteten Gesteinen, deren Charakter als ganz oder vorwiegend mechanischer Bildungen Niemand in Abrede stellt, ebenfalls ähnliche krystallinische, nicht klastische, und amorphe Substanz enthalten. Wir dürfen daher auch den Thonschiefer immerhin als vorzugsweise mechanische Bildung ansehen. Die obigen Angaben, sowie die Credners, zeigen aber auch, dass vielleicht nirgends auch nur ein wenig mächtiges Schichtensystem mechanischer Bildung existire, in dem nicht eine gleichzeitig mit dem mechanischen Absatze und in demselben vor sich gehende chemische Thätigkeit krystallinische und wahrscheinlich auch amorphe Gesteins-Elemente ausgeschieden hat. Dass diese beiden die Gesteine bildenden Vorgänge nicht immer in einem bestimmten und gleichmässigen Verhältnisse neben einander hergegangen sind, ist ja wohl selbstverständlich und daher auch natürlich, dass die Producte der beiden Factoren in Beziehung auf die Menge der von jedem erzeugten Bildungen einen sehr verschiedenen Charakter haben müssen. Die Grenze, die wir zwischen mechanischen und chemischen Bildungen ziehen, müssen deswegen immer etwas willkührliches haben, wenn wir überhaupt solche für die Gesteine ziehen wollen. Im Allgemeinen wird man sich natürlich darnach richten, welcher der beiden Bestandtheile der Menge noch vorwiegend ist. Wenn sich nun auch für die Thonschiefer selbst für specielle Fälle das Verhältniss beider Arten von Elementen, der mechanisch herbeigeführten zu den chemisch gebildeten nicht in Procenten sicher wird ermitteln lassen, so glaube ich doch, dass die Mehrzahl der Thonschiefer entschieden eine viel grössere Menge der ersteren, als der letzteren enthalten und deswegen zu den mechanisch gebildeten zu rechnen seien. Für die eocenen Schiefer gilt dies sicher, wie dies schon der plötzliche Uebergang in sandsteinartige Massen anzeigt, und der ganze Habitus, wie er sich besonders auf den Querschliffen zeigt.

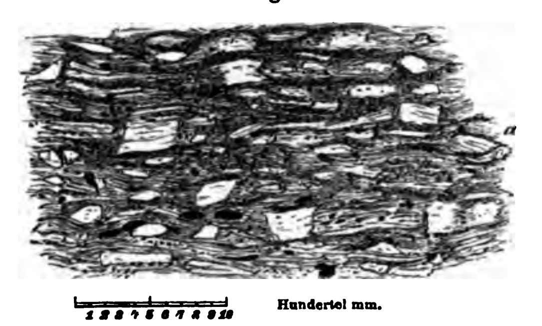
Unter den bisher von mir untersuchten älteren aus sehr verschiedenen Gegenden, Schweden, Böhmen, Rheinlande, Fichtelgebirge, Ungarn, habe ich bisher keinen gefunden, für den nicht dasselbe gälte; ob auch solche vorkommen, bei denen das umgekehrte Verhältniss Statt findet, dürfte noch eingehenderer Untersuchungen bedürfen, als bis jetzt den Thonschiefern zu Theil geworden sind. Der Uebergang von krystallinischen Schiefern in Thonschiefer macht es an und für sich nicht unwahrscheinlich. Auch aus diesem Grunde wäre eine ausgedehnte Untersuchung aller der Massen, die als „Schiefer" bezeichnet werden, wohl sehr wünschenswerth und gewiss nicht ohne Nutzen für die Aufhellung einer noch ziemlich dunkeln Partie der Petrographie.

Zum Schlusse will ich nur noch ganz kurz über einen Versuch berichten, den ich anstellte, um allenfalls auf experimentellem Wege einiges über die Bildung der Thonschiefer zu erfahren, ohne jedoch zu einem befriedigenden Resultate gelangt zu sein. Ich nahm gröbliches Pulver von Quarz, geschabten Glimmer und Chlorit mit etwas Graphit und brachte dieses Gemenge in ein cylindrisches starkes Glasgefäss, das ungefähr $^3/_4$ mit Wasser angefüllt und dann wohl verschlossen wurde. Ich befestigte dann dieses Glas auf dem Stempel einer Dampfmaschine, so dass es durch denselben horizontal hin und herbewegt wurde, je nach dem Gange der Maschine zwischen 60—100 mal in der Minute. Bei Nacht stand dieselbe jedoch stille, 14 Wochen wurde dieses Schütteln fortgesetzt. Nach dieser Zeit erschien die Flüssigkeit ganz grau, liess man sie stehen, so setzte sich ein Theil der suspendirten Massen sehr rasch ab, dann aber dauerte es 2 Tage bis sich der übrige Theil zu Boden gesetzt hatte, aber auch dann blieb die Flüssigkeit noch milchig trübe von den feinsten suspendirten Theilchen, welche auch durch jedes Filter drangen und selbst nach 8 Tagen noch nicht ganz sich setzten. Der noch etwas

feuchte Bodensatz wurde nun in einem 14 mm weiten eisernen Cylinder einem Drucke von 80 Atmosphären mehrere Tage ausgesetzt. Ich erhielt so zwar eine ganz trockne etwas schiefrige Masse, aber ohne alle Festigkeit und so locker, dass sie bei einem Versuche, sie zu schleifen, fortwährend zerbröckelte. Die Untersuchung des Bodensatzes unter dem Mikroskope ergab, dass der Quarz am spärlichsten noch gröbere Körner zeigte und am meisten zerrieben war, während von Glimmer und Chlorit noch ziemlich grosse Blättchen, die auch mit dem blossen Auge noch sehr wohl zu erkennen waren, häufig zu sehen waren. Der Quarz war meistens in feinen Splittern und zum Theil in eckigen Körnchen abgesondert, soweit er nicht mit den übrigen zu einem sehr feinen staubartigen Gemenge verwandelt war, das kaum mehr polarisirende Eigenschaften erkennen liess. Vielleicht könnte man bei viel stärkerem Drucke und mit Hinzufügung eines Bindemittels oder einer Kieselsäurelösung bessere Resultate erlangen, wenn uns dieselben auch schwerlich je ein dem natürlichen Thonschiefer gleiches Produkt liefern und die Bildung desselben vollkommen klar legen dürften.

---

Fig. 1




Hundertel mm.

Fig. 2

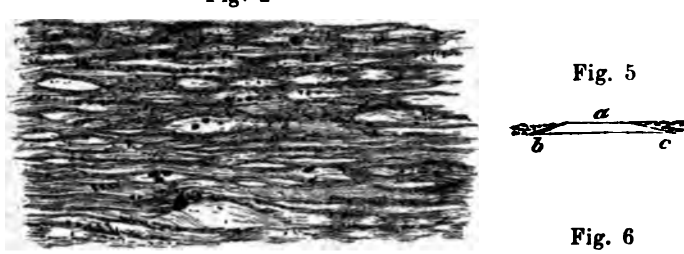


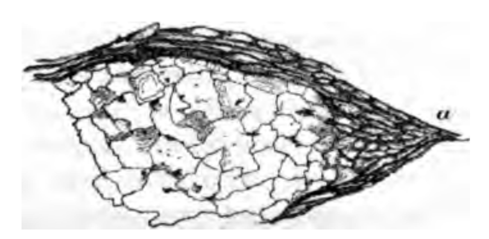
Fig. 5

Fig. 6

Fig. 3



Fig. 4



Herr v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Ueber die Bedeutung des Musculus Extensor indicis proprius und des Flexor pollicis longus der Hand des Menschen und der Affen."

Herr Prof. W. Koster in Utrecht hat zwei Abhandlungen, die Eine „Sur la signification génétique des Muscles extenseurs des Doigts in den Archives Nederlandaises T. XIV, und die Andere: „Affen und Menschenhand" in den Verslagen en Mededelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeding Natuurkunde 2de Reiks Deel XV publicirt, und die Freundlichkeit gehabt, mir dieselben zu übersenden, welche mich zu nachfolgenden Bemerkungen veranlassen.

Man hat bisher wohl allgemein die Ansicht gehabt und gelehrt, dass in Beziehung auf die Muskeln, die Hand des Menschen sich von der Hand des Affen vorzüglich durch den Besitz eines eigenen, gesonderten Streckmuskels des Zeigefingers und eines eigenen, gesonderten langen Beugers des Endgliedes des Daumens bedeutungsvoll unterscheide. Auch ich habe in meinen beiden Abhandlungen: Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus und Beiträge zur Anatomie des Gorilla an diesem Unterschied und an dessen Bedeutung festgehalten, obgleich ich mit Duvernoy bei

dem Gorilla einen eigenen, allerdings nur sehr schwachen und von dem gemeinschaftlichen Strecker der Finger kaum getrennten Zeigefinger Strecker beobachtete.

Herr Koster glaubt dagegen behaupten zu können, dass es sich, bei richtiger Erwägung aller Thatsachen, herausstelle, dass kein specifischer Unterschied in der Muskulatur der Hände bei den Anthropoiden und dem Menschen anzunehmen sei.

Herr Koster geht dabei von der Beobachtung einer, wie er glaubt, bisher noch nicht wahrgenommenen Varietät in der Anordnung des Extensor indicis proprius an seiner eigenen Hand, und dann auch an der einer männlichen Leiche aus, bei welcher die Sehne des Extensor indicis proprius sich in zwei Branchen theilt, von welchen die eine sich wie gewöhnlich gemeinschaftlich mit dem Extensor digit. comm. an den Zeigefinger ansetzt, die andere sich mit der Sehne des Extensor pollicis verbindet. Er glaubt in dieser Varietät eine Homologie, und damit eine atavistische Bildung, derselben Muskeln an der Hand vieler Affen zu finden, wodurch die specifisch indicatorische Bedeutung des Extensor indicis proprius bei dem Menschen aufgehoben, und zugleich das Vorkommen solcher Varietäten bei dem Menschen erklärt werde. Ebenso ist Herr Koster der Ansicht, dass weil bei den meisten Affen eine Sehne des Flexor digitorum commun. prof., welche der Radial-Portion dieses Muskels angehöre, zu dem Endgliede des Daumens geht, diese den Flexor pollicis longus der Menschenhand ersetze, und dadurch auch in dieser Hinsicht der Unterschied zwischen der Hand des Menschen und der Affen aufgehoben werde. Dieser Unterschied laufe in beiden Fällen nur auf eine weiter fortgeschrittene Differenzirung derselben Muskeln zurück, welche sich in gleicher Weise in der Anlage schon bei den Affen vorfinden.

Ich erlaube mir nun zuerst zur Richtigstellung des

Sachlichen zu bemerken, dass die von Herrn Koster beschriebene Varietät in dem Verhalten des Extensor indicis proprius, allerdings auch schon von früheren Anatomen beobachtet wurde.

Clazon, Upsala lakareförenings födhandlingar Bd. II, Heft 6 p. 427, 1868, beschreibt einen Extens. ind. propr., welcher eine Sehne zum Ext. poll. long. abgiebt.

J. Wood, Proceedings of the royal. Soc. of Lond. 1867. Nro. 93 pag. 518 beobachtete einen überzähligen Extens. ind. et pollicis, welcher von der hinteren Fläche der Ulna, dem Ligam. inteross. und dem fibrösen Septum zwischen Extens. poll. long. und Extens. ind. propr. entsprang, durch die Scheide des Ext. dig. comm. des Lig. carpi dors. auf den Handrücken ging, und dort eine cylindrische Sehne bildete, welche sich in zwei Zipfel für den Daumen und Zeigefinger theilte.

W. Gruber, Oestr. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1870. Nro. 16 u. 17 beobachtete einen Ext. ind. propr. bicaudatus, dessen beide Sehnen an der linken Hand beide zum Zeigefinger gingen. An der rechten Hand aber theilte sich die Sehne des kleineren Theiles wieder in zwei Sehnen, von welchen sich die eine der Sehne des Zeigefingers anschloss, die andere zum Nagelgliede des Daumens ging.

Curnow Journ. of Anat. and Phys. Vol. X 1876 beschreibt einen überzähligen Extensor indicis proprius, der sich in drei Sehnen spaltete, eine zum Daumen, eine zweite zum Zeigefinger, eine dritte zum Mittelfinger.

Wesentlicher indessen, als dieses so leicht mögliche Uebersehen einer ausgedehnten und zerstreuten Literatur, ist es, dass dieser hier von Herrn Koster und Anderen beobachtete Fall, durchaus nicht mit dem bei den Affen oft zu beobachtenden und von Herrn Koster angezogenen übereinstimmt. Bei den Affen, auch den Anthropoiden, kommt es oft vor, dass die Sehne des Extensor pollicis

longus sich spaltet und eine Branche an den Zeigefinger abgiebt, aber der umgekehrte Fall, dass die Sehne des Zeigefingerstreckers sich mit einem Theile auch an den Daumen ansetzt, wie in den Fällen des Herrn Koster und den oben erwähnten, findet sich bei den Affen nie, ist wenigstens so viel ich weis von keinem Autor beschrieben, und auch von mir nie beobachtet worden.

Dieser erhebliche Unterschied entzieht eigentlich schon der ganzen Argumentation des Herrn Koster den Boden. Allein ich will auf demselben allein meinen Widerspruch nicht aufbauen; denn es ist allerdings auch ein Fall beschrieben worden, in welchem sich die bei den Affen öfter vorkommende Anordnung, dass der Extensor poll. longus auch eine Sehne zum Zeigefinger abgab, beim Menschen beobachtet wurde. John Bankart, Pye-Smith and Phillips in Guys. hosp. Reports 1869. Vol. XIV p. 436. Man könnte also, wenn man wollte, auf diesen Fall die weitere Argumentation des Herrn Koster stützen.

Ich bin aber mit anderen Anatomen der Ansicht, dass dem allgemeinen Plane nach, die Streckmuskeln der Finger der Hand sowie die der Zehen des Fusses, gleich den Beugemuskeln derselben, in zwei Schichten angeordnet sind. In der oberflächlichen Schichte liegt der Extensor digit. communis und der Extensor digiti minimi; in der tiefen der Extensor pollicis brevis, pollicis longus und indicis. Diese tiefe Schichte ist zerklüfteter, schwächer und unvollständiger entwickelt, als die tiefe Schichte der Beugemuskeln; ihre Zerklüftung ermöglicht aber einen isolirteren Gebrauch der einzelnen Finger, was für den kleinen Finger auch durch einen von dem gemeinschaftlichen Strecker gesonderten Kleinfinger-Strecker erzielt wird. Der Mittel und Ring-Finger erhalten beim Menschen in der Regel keinen eigenen Streckemuskel und Sehne aus der tiefen Schichte. Bei den Affen ist diese tiefe Schichte häufig weit vollständiger ent-

wickelt, als bei dem Menschen. Der Streckmuskel des Daumens giebt oft auch noch eine Sehne an den Zeigefinger ab; der Streckmuskel dieses Zeigefingers schickt ganz gewöhnlich auch noch eine Sehne an den Mittelfinger und auch noch an den Ringfinger, für die aber oft auch noch ein eigener Muskel vorhanden ist; aber es ist charakteristisch, dass durch diese verschiedene Anordnung der Muskeln der tiefen Schichte an der Hand der Affen, sehr selten ein isolirterer, sondern meistens nur ein combinirter Gebrauch der einzelnen Finger ermöglicht wird; weil meistens die Sehnen von zwei, selbst von drei Fingern in einem Muskel vereinigt sind, auch die Sehnen mehr untereinander zusammenhängen. Nur bei dem Gorilla findet sich ein gesonderter, aber nur sehr schwach entwickelter Extensor indicis proprius; zuweilen scheint dieser indessen auch ausnahmsweise als Varietät bei einem oder dem anderen Affen vorzukommen, wenigstens sah ich einmal bei einem Cynocephalus Sphinx einen solchen besonderen Extensor, der nur zum Zeigefinger ging.

Ich glaube ferner ebenfalls, dass es in diesem den Affen und dem Menschen gemeinschaftlichen Plane einer tiefen Schichte der Fingerbeuger begründet liegt, dass in der Anordnung derselben bei dem Menschen so viele Varietäten vorkommen, unter welchen alle Anordnungen bei den Affen sich finden können, obwohl auch solche vorkommen, die sich bei den Affen nicht finden, wie z. B. die von Herrn Koster beobachtete, oder eine von Prof. Rüdinger beschriebene, bei welcher alle Finger von der tiefen Schichte eine Sehne erhielten. Ob unter diesen Varietäten bei dem Menschen auch das gänzliche Fehlen eines eigenen Extensor indicis gerechnet werden kann, ist mir sehr zweifelhaft. Allerdings sagt Henle, wie Herr Koster angiebt, in seiner Anatomie, bei Beschreibung dieses Muskels: „Fehlt zuweilen ganz.“ Allein es ist nicht zu ersehen ob Henle diese Angabe nach

eigenen Beobachtungen macht, oder nur nach denen Anderer. Ich vermuthe Letzteres; finde aber in der ganzen mir zugängigen Literatur nur zwei Angaben über angebliches Fehlen dieses Extensor indicis, nämlich von Moser in Meckels Archiv Bd. VII, und von Luschka in dessen Anatomie des Menschen. Abth. V. Die Glieder. In beiden Fällen war indessen ein kleiner „Supplementar Muskel" vorhanden, den Moser selbst nur für einen verkümmerten Extensor indicis proprius ansieht. Ich selbst habe in einer fast 45jährigen reichen Erfahrung nie diesen Muskel fehlen sehen. Sollte aber das Fehlen desselben wirklich vorkommen, so würde man dieses keineswegs als einen von den Affen überkommenen Atavismus betrachten können, denn diese besitzen den betreffenden Muskel, aber er geht bei ihnen nicht ausschliesslich zum Zeigefinger, sondern auch zum Mittelfinger; und selbst der von mir beschriebene Fall bei Pithecia hirsuta, kann kaum als ein Fehlen des Zeigefingerstreckers betrachtet werden, da der Muskel sich wirklich findet, aber nur zum Mittelfinger eine Sehne schickt, während der Zeigefinger zwei Sehnen vom langen Daumenstrecker erhält.

Ich betrachte es daher als fast ausnahmslose Regel, dass sich bei dem Menschen ein eigener nur für den Zeigefinger bestimmter Streckmuskel findet, und dass im Gegentheil ein solcher nur für diesen Finger bestimmter Muskel, bei den Affen mit Ausnahme des Gorilla und vielleicht einzelnen Fällen immer fehlt. Alle möglichen oder wirklich beobachteten Varietäen bei dem Menschen in dieser Hinsicht, und deren Analogie oder Homologie mit ähnlichen oder gleichen Anordnungen bei den Affen, können an dieser für die unendliche Mehrzahl der Fälle geltende Regel und dem aus ihr hervorgehenden Satze Nichts ändern, dass sich die Hand des Menschen von der der Affen durch den Besitz eines solchen, nur für den Zeigefinger bestimmten Streckmuskel, wesentlich unterscheidet. Die Regel und nicht

die Ausnahme bestimmt die Schlussfolge. Es wäre eine merkwürdige Logik, wenn die Ausnahme die Regel über den Haufen würfe.

Wenn wir nun aber zu gleicher Zeit sehen, dass der gestikulatorische, pantomimische Gebrauch der Hand, und in Sonderheit des Zeigefingers bei dem Menschen, den welchen der Affe etwa auch in dieser Hinsicht von seiner Hand macht, bei Weitem übertrifft, so sind wir vollkommen berechtigt, ja genöthigt zu sagen, dass der Besitz eines eigenen gesonderten Streckers des Zeigefingers ein „specifisch menschlicher" sei. Die Hypothese, welche Herr Koster aufstellt, „dass es einmal vorkommen könne, dass beim gleichzeitigen Secciren eines Orangs und eines Menschen beim Ersteren der „specifisch menschliche" Muskel zum Vorschein käme, während er an der menschlichen Hand nicht zu zeigen wäre", ist um so unberechtigter, da dieser Fall in Beziehung auf den Orang bis jetzt noch nie beobachtet wurde. Und wenn er wirklich einmal beobachtet würde, so würde er dennoch den „specifisch menschlichen" Charakter des Muskels nicht beeinträchtigen oder gar beseitigen, weil es sich dann immer nur um eine Ausnahme gegenüber einer fast ausnahmslosen Regel handeln würde. Die von Herrn Koster geäusserte Meinung, dass wenn der Affe ein menschliches Gehirn besässe, er von seinen Fingerstreckmuskeln denselben charakteristisch indicatorischen Gebrauch machen werde wie der Mensch, erinnert unwillkührlich an das bekannte Sprichwort: „Wenn das Wörtlein Wenn nicht wär, wär der Affe auch ein Bär." Ich würde übrigens auf diese Voraussetzung antworten, dass alsdann wahrscheinlich dieser Affe mit Menschengehirn, auch eine Menchenhand mit einem eigenen getrennten Streckmuskel für den Zeigefinger besitzen würde.

So viel also zur Richtigstellung der Thatsachen in Betreff des Extensor indicis proprius.

In Beziehung auf den Flexor pollicis longus der Hand des Menschen und der Affen, hat Herr Koster keine neuen Thatsachen vorgebracht. Hier bleibt es vorläufig dabei, dass erstens ein vollständiges Fehlen dieses Muskels bei dem Menschen, so viel ich weis, bisher niemals beobachtet wurde. Ich kenne zweitens auch keinen Fall in welchem eine Verschmelzung dieses Muskels mit dem Flexor digitorum communis profundus bei dem Menschen sich vorfand. Dagegen ist drittens kein anderer Fall eines selbständigen Flexor pollicis longus bei einem Affen bekannt, als der von mir beschriebene bei Pithecia hirsuta, und dieser ist so eigenthümlich, dass es sich sehr fragt, ob er nicht als eine individuelle Varietät an dem einzigen mir zu Gebot gestandenen linken Arm dieses Affen auftritt oder, was wahrscheinlicher ist, als zum Flexor digit. commun. sublimis gehörig zu betrachten ist. Der spindelförmige Muskelbauch entspringt, wie ich bei erneuter Ansicht mich überzeuge, hoch oben gemeinschaftlich mit dem Flexor digitorum communis sublimis, dem Extensor carpi radialis und dem Pronator teres von dem Condylus internus des Oberarms, also keineswegs wie der Flexor pollicis longus beim Menschen oder die zum Daumen gehende Sehne des Flexor digitorum communis prof. bei dem niedern Affen, von dem Radius und dem Ligam. inteross. Die schon über der Mitte des Vorderarms entstehende lange Sehne des Muskels läuft dann zwischen Flexor digit. commun. sublim. und profundus bis zur Handwurzel, woselbst sie mit dem Radialrand der breiten, noch ungetheilten Sehne des Flexor dig. comm. profundus in der Art in Verbindung steht, dass man sagen kann, dass Fasern dieser Sehne und vielleicht auch der zu ihr gehörigen vom Radius entspringenden Muskulatur sich mit jener verbinden und zum Daumen gehen. Es scheint mir hiernach begründeter diesen Muskel eher für das Homologon des in der Regel bei dem Menschen sich von dem Flexor dig. communis sublimis ablösenden

Verstärkungsbündel zum Flexor pollicis longus, als für diesen selbst anzusehen.

In Beziehung auf die übrigen Affen ist es zweckmässig hier hervorzuheben, dass bei den niedrigen Arten von der noch in der Handwurzel ungetrennten breiten Sehne des Flexor digitorum commun. profund. bald mehr von der Mitte ihrer Palmarfläche, bald mehr von ihrem radialen Rande, eine Sehne sich loslöst, welche zu dem Endgliede des Daumens geht, und die Stelle der Sehne des Flexor poll. longus vertritt. Man kann dann bald mehr bald weniger diese Sehne so von der ganzen Sehne künstlich trennen, dass man sie bis zu den von dem Radius entspringenden Fasern des ganzen Muskels verfolgen kann, ja dieses ist bei dem Hylobates sogar an einzelnen Händen und Armen in dem Grade der Fall, dass man sagen kann, der grösste Theil dieser vom Radius kommenden Muskelfasern gehört dieser Sehne zum Daumen an. Allein es ist sehr beachtenswerth, dass diese Sehne bei den übrigen Anthropoiden so schwach wird, dass sie nicht mehr in Verbindung mit der Sehne des Flexor digitorum communis bleibt, sondern von dem Lig. carpi volare oder von der Aponeurosis palmaris ausgeht, oder endlich ganz verschwindet, wie oft bei dem Gorilla, und wie es scheint bei dem Orang immer. Dann hat der überhaupt verkümmerte Daumen gar keine Spur eines langen Beugers mehr.

Dieses letztere Verhalten spricht, wie mir scheint, ausserordentlich dagegen, dass man den bei dem Menschen nie fehlenden Flexor pollicis longus einfach als die selbständig gewordene Radial-Portion des Flexor digitorum communis profundus der Affen auffasst. Man sieht, dass hier noch Etwas Anderes mit hienein spielt, und dieses kann nicht wohl Etwas Anderes sein, als der Gebrauch. Man könnte sagen: In dem Bauplan der Hand der Affen und der Menschen liegt ein langer Beuger des Endgliedes des

Daumens eingeschlossen. Bei einem mässigen Gebrauch desselben ist er, wie bei den niederen Affen noch nicht selbstständig, sondern mit dem Flexor digit. comm. profund. vereinigt. Wird er gar nicht gebraucht, so geht er ganz ein, wie bei den drei höheren Anthropoiden. Wird er aber in hohem Grade gebraucht und sein Gebrauch ein wesentliches Bedürfniss, dann entwickelt er sich selbständig kräftig wie beim Menschen. Aber was bestimmt diesen Gebrauch? Vielleicht die Entwicklung des Gehirns? Dann würde man fragen, was bedingt diese? und dann sollte man doch auch glauben, dass schon die Anthropoiden einen entwickelteren langen Daumenbeuger haben müssten, als die niederen Affen, da ihr Gehirn auch viel entwickelter ist. Man sieht, man wird dabei ganz in die vollständig unbeantworteten und unbeantwortbaren Fragen der individuellen - Gestaltungsformen der verschiedenen Organismen verwickelt, über die keine Redensart Aufschluss gibt. Aber die Verschiedenheiten dieser Gestaltungsformen bleiben bestehen. Und wenn ich sehe, dass der Mensch einen Flexor pollicis longus besitzt, und beobachte, dass er dadurch zu einem grossen Theile zu dem umfassenden und vielseitigen Gebrauch seines Daumens und seiner ganzen Hand befähigt wird, so wie dass anderer Seits Beides den Affen und insbesondere den Anthropoiden fehlt, so werde ich nicht nur berechtigt, sondern sogar gezwungen sein zu sagen, dass sich in dem Besitz eines Flexor pollicis longus ein wesentlicher Unterschied zwischen Menschen- und Affen- Hand ausspricht.

Ich sehe aber weiterhin auch nicht ein, wie Herr Koster dadurch, dass er für eine Varietät oder eine anatomische Anordnung beim Menschen oder einen höheren Organismus überhaupt, eine Homologie oder Analogie bei einem niedrigeren Organismus aufgefunden hat, er für diese Anordnung oder Varietät durch die Belegung mit dem Namen eines Atavismus oder einer atavistischen, eine Erklärung der-

selben gegeben zu haben glaubt. Selbst wenn ich mich willig der Hypothese anschliesse, dass in dem ersten einfachsten Organismus der Keim zu allen anderen nachfolgenden eingeschlossen war, ebenso wie in dem Ei noch alle Theile des zukünftigen Organismus schon unentwickelt enthalten sind, wenn ich mich willig und gern der vortrefflich erfundenen Worte Phylogenie und Ortogenie bediene, kann ich doch in dieser Hypothese und diesen Worten nicht die mindeste Erklärung für die phylogenetische Entwicklung der gesammten Organismen noch der ontogenetischen oder atavistische Entwicklung des Einzelwesens erblicken. Die bewirkenden Ursachen und die Gesetze ihrer Wirksamkeit sind in beiden Fällen ganz unbekannt, und Worte wie: Anpassung, Vererbung, Zuchtwahl, Variabilität, Atavismus etc. geben darüber nicht den mindesten Aufschluss. Ich sehe also in der Nachweisung einer Varietät, als einer atavistischen Bildung auch nicht den mindesten Aufschluss über ihr Zustandekommen. Dennoch bin ich weit davon entfernt einen solchen Nachweis, wenn er wirklich gelingt, nicht für eine schätzbare Vermehrung unserer Kenntnisse über die organische Formbildung zu betrachten, nur darf man diese nicht als ein Verdienst der neueren Entwicklungslehre und als ein durch sie neu aufgestecktes Licht über diese organische Formbildung ansehen. Herr Koster kann doch unmöglich die Meinung der Laienwelt theilen, dass dieses Bestreben der Auffindung und Nachweisung der Analogien und Homologien der organischen Formen eine ganz neue Errungenschaft sei, die wir dem Darwinismus oder der neuen Entwicklungslehre verdankten, durch welche Meinung diese Lehre eben bei den Laien einen so grossen Beifall gefunden hat. Diese wissen freilich nicht, dass ein Aristoteles, Buffon und Cuvier, ein Owen, Meckel, Tiedemann, Oken, J. Müller etc. etc. ganz dieselben Zwecke verfolgten, und auch die Resultate ihrer Forschungen nur es sind, auf welche sich die

neueste Entwicklungslehre aufbaute, und jetzt durch rastlosen Eifer immer zahlreichere und schönere Thatsachen zur Aufklärung der organischen Formen zu Tage fördert. Aber eine Erklärung über ihr Zustandekommen muss man von ihr nicht erwarten und ihr noch viel weniger zuschreiben. Einstweilen würde es immer nur eine Thatsache sein, wenn eine Varietät in dem Verhalten des Streckers des Zeigefingers bei dem Menschen, eine Uebereinstimmung mit einem normalen Verhalten bei Affen oder anderen Thieren zeigte. Welche Umstände es veranlasst und mit Nothwendigkeit bedingt haben, dass bei diesem menschlichen Individuum diese von dem menschlichen Typus abweichende Bildung zu Stande kam, würde dadurch nicht im Mindesten erklärt sein.

Ich kann hiernach in dem Verfahren des Herrn Koster wieder nur einen jener Fälle erblicken, in welchem die unbedingten Anhänger der neueren Entwicklungslehre die Unterschiede der organischen Formen um jeden Preis möglichst fortzuräumen bemüht sind, auch wenn dieses nur auf Kosten der unläugbarsten Thatsachen geschehen kann. Ich glaube nicht, dass die Entwicklungslehre auf diese Weise gefördert wird, sondern nur dadurch, dass man die bestehenden Unterschiede offen anerkennt, und sich bemüht, deren Zustandekommen aufzuklären; freilich nicht blos mit Worten und schön gebildeten Kunstausdrücken, sondern durch Auffindung der formbildenden Kräfte und der Gesetze ihrer Wirksamkeit. So lange dieses nicht möglich ist, kann es nur ebenso schädlich sein, die bestehenden Unterschiede zu ignoriren oder zu bestreiten, als es nützlich ist, den wirklichen Uebereinstimmungen nachzugehen.

---

Herr Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski berichtet

über die Aufnahme neuen Beitrages von Sammlungsgegenständen aus Indien und Hochasien in das k. b. Ethnographische Museum (I),

sowie, in Betreff der landschaftlichen Ansichten, die während der Reisen von seinem Bruder Adolph und von ihm selbst ausgeführt wurden,

über erstes Einreihen von 12 Aquarellen in das k. Kupferstich- und Handzeichnungs-Cabinet (II).

Er meldet zugleich die hier folgenden Mittheilungen[1]) über die gebotenen Objecte, und zeigt von einigen der ethnographischen Gegenstände die Abbildungen; solche sind in grosser Anzahl in Verbindung mit der vergleichenden Untersuchung des ethnographischen Materiales und als Vorarbeit für die anthropologisch-ethnographischen Blätter des Atlas zu den „Results“ schon gezeichnet.

---

1) Das Manuscript darüber hatte zur Zeit im k. b. Ministerium für Kirchen- und Schul-Angelegenheiten noch vorgelegen.

# I.

## Die neue Abgabe aus den Reise-Sammlungen an das k. Ethnographische Museum.

Einleitende Bemerkungen. — Verzeichniss nach Abtheilungen und Gruppen.

Zur Erläuterung der Zusammenstellung, welche ich in dem hier folgenden Verzeichnisse zu geben habe, sei es mir gestattet, in Kürze der allgemeinen Uebersicht nochmals zu erwähnen, welche ich in der December-Sitzung von 1877 in der k. Akademie als

> „Bericht über die ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen, und über Raumanweisung in der k. Burg zu Nürnberg"

sogleich nach Gewährung der Aufstellung durch S. M. den König vorgelegt habe.

In jener Abhandlung enthält Abschnitt A, der aus einer Abtheilung nur besteht, systematisch angelegt den Catalog der ethnographischen Raçentypen, hergestellt nach „plastischen Abformungen über Lebende" während unserer Reisen. Da die Dimensionen sowie die Modificationen der Bodengestaltung für die vertretenen Gebiete, von Ceylon bis Turkistán, sehr grosse sind, mussten auch die gesammelten Typen überall vielseitig ausgewählte und zahlreiche sein, um die zu bestimmenden Raçen möglichst unabhängig von individueller Verschiedenheit erkennen zu lassen. Die Reihen waren demnach gestiegen auf 275 Vorderköpfe nebst 30 Händen und 7 Füssen. Sie wurden als das Erste unseres wissenschaftlichen Materiales publicirt, in plastischer Reproduction; meist in Metall ausgeführt, für kleinere Museen auch in Gyps. Die J. A. Barth'sche Buchhandlung

hat sie in Commission übernommen, und es erfolgten, vor 20 Jahren schon, sehr rasch complete Metall-Aufstellungen in London, in Indien zu Calcutta und Madrás, in St. Petersburg, dann in Paris. Eine Auswahl, in solcher Metallform, für die k. ethnographische Sammlung in München hatte ich in meinem December-Berichte[2]) von 1877 zu melden.

Im Abschnitte B der genannten Abhandlung (S. 364 —380) gab ich, ebenfalls systematisch gehaltene Uebersicht der sehr zahlreichen Objecte der Cultur und der Technik. Es wurden die Abtheilungen II — XX unterschieden; sie folgen sich in absteigender Reihe, von Kunst zu Gewerbe und Ackerbau übergehend.

Die Gruppen, die innerhalb der Abtheilungen angeführt sind, sind dabei meist als nicht sich coordinirte zu betrachten. Die Bezifferung der Gruppen bezieht sich vor allem auf die Vertheilung in der Aufstellung, welche dem Raume anzupassen war; diess veranlasste mich, dass Gegenstände von bedeutender Grösse den Gruppen entsprechend selbstständig beziffert wurden, während bei mittlerer Grösse zahlreich und möglichst vollständig das gegen-

---

2) Ich konnte dort Erwähnung beifügen der einige Jahre nach unseren indischen Reisen angefertigten Afrikanischen Raçentypen aus Marrokko, wobei 5 als ganze Büsten gegeben sind, und 21 als Vorderköpfe; ebenfalls in Commission bei J. A Barth. — Das Abnehmen der Hohlformen war ausgeführt worden von meinem Bruder Eduard, als er am spanisch-marrokkanischen Kriege von 1859 und 1860 theilnahm. (Einige Jahre später ist er zu Kissingen gefallen, 10. Juli 1866.) Bei der Bearbeitung in positiver Form, die ich 1875 vornahm, konnte ich hier mehrere Individuen als Büsten herstellen; für diese hatte mir nemlich von Eduard auch Abformung des Hinterkopfes und photographisches Figurenbildniss vorgelegen sowie ausführliche Kopf- und Körpermessungen, nach Tabellen, die ich ihm entworfen hatte.

In Amerika hat dann, 1869, mein Bruder Robert Vorderköpfe von 9 Indianern abgeformt, die gleichfalls plastisch publicirt wurden; Verlag von Ed. H. Mayer, Köln und Leipzig, 1870.

seitig sich Ergänzende in den einzelnen Gruppen zusammengefasst ist.

In der ersten, autographirt gehaltenen Anlage des Cataloges, welche noch jetzt in den Sammlungsräumen selbst um so bequemer benützt werden kann, wurden, der Aufstellung entsprechend, die Gruppen nach den arabischen Ziffern und mit seitlich gestellter Angabe der Abtheilung aneinander gereiht. (Solchen autographirten Catalog habe ich im k. Ethnographischen Museum als Handexemplar abgegeben, wobei ich meine neue Uebersichtskarte Hochasiens[3]) noch einschalten konnte.)

Die Zahl der ethnographischen Gegenstände, deren Aufnahme jetzt genehmigt wurde, ist 49. In der hier folgenden Liste sind für die einzelnen Objecte, nebst Bezeichnung des Gegenstandes und Angabe der Fundstätte und der Verbreitung, solche Daten noch enthalten, welche für die Form oder für die Bestimmung derselben zur Erläuterung dienen.

Es ward mir möglich nach unseren Reisemanuscripten, auch dem Wunsche des Herrn Conservators Prof. Wagner entsprechend, hier ausführlicher zu berichten, als solches im allgemein gehaltenen Cataloge des Museums durchzuführen ist; auf diesen mich beziehend konnte ich jetzt, anderentheils, die sich ergebende definitive Bezifferung in der k. Sammlung, Nr. 4909 bis 4957, noch beifügen.

In der Transscription ist hier speciell bei jenen Gegenständen, welche mit „Bezeichnung nach Angabe der Eingebornen" schon für die erste Aufstellung während unseres Bearbeitens des Sammlungsmateriales zu versehen waren, nemlich mit Unterschriften unter Bildnissen in Rahmen, unter Cultusobjecten u. s. w., die feinere Unter-

3) Aus „Erläuternde Angaben über Reisen, Band IV", in math.-phys. Cl., 1880. 1; S. 1—32.

scheidung in der Wiedergabe der Modificationen der Laute noch beibehalten; die Details darüber gab ich im „Glossary“, „Results“ Vol. III 2[d] part.[4])

In der späteren, für die Publicationen bestimmten Form unserer Schreibweise, welche sich der für jene Gebiete vorherrschend englisch erschienenen Literatur möglichst anzuschliessen hatte, ist dabei als abweichend vom Deutschen zu erwähnen: ch = tsch; j = dsch; z = weiches s; u. ähnl.

Auf jedem mehrsilbigen Worte ist von mir die Silbe, auf welche der Hauptton fällt, durch einen Accent bezeichnet.

---

## Verzeichniss nach Abtheilungen und Gruppen.

### II. Gemälde.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| | | A. und B. Fürstenbilder, „sháhī-tasvír.“ | |
| II. | 19. | A. Lebensgrosse Portraits von Rájas; als indische Oelbilder ausgeführt, mit starkem Auftragen von Deckfarben und mit Auflegen von Gold in Blättchen. Mit Schrift und Rahmen; 2 Abbildungen: Maharája Sher Singh, Ranjít Singhs Sohn u. 1840—1843 Nachfolger als Herrscher des Sikh-Reiches | 4909 |
| | | und | |

4) Als Buchstaben, die sonst wegen der Wahl der Zeichen unverständlich wären, sind hier dž für dsch, tš für tsch besonders zu nennen.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| | | Maharája Guláb Singh, König von Kashmir von 1846—1857 . . . . | 4910 |
| | | Beide aus Lahór im Panjáb. | |
| II. | 22. | B. Miniatur-Bilder auf Elfenbein, mit Schrift und Rahmen. | |
| | | 2 Bilder aus der Déhli-Schule . . | 4911 u. 12 |
| | | 1 Bild aus der Lahór-Schule . . . . | 4913 |

Zur Gruppe 19 hatte ich 1856 in Lahór nur 1 Bild noch erhalten können, Porträt Ranjít Singhs, der Anfangs dieses Jahrhunderts das grosse Sikh-Reich gegründet hatte; während des Sikh-Krieges von 1845 bis 1849 waren hier ungeachtet des vorsichtigen Auftretens der europäischen Führer, in den grossen Städten durch die Eingebornen des Heeres überall vielfache Zerstörungen vorgekommen.

In der Gruppe 22 wurde die ganze Reihe auf jene Gebiete ausgedehnt, die mit der älteren Cultur Indiens sich verbunden zeigen. Von Bengalen gegen Westen und Nordwesten bis zum Gebiete von Kábul reichend, ist hier die Zahl solcher Bilder auf 31 gestiegen. Auch in den Miniaturen ist mit dem Kopfe ein grosser Theil des Oberkörpers sowie Arm und Hand der einen Seite wenigstens gegeben.

Auffallend ist es an diesen indischen Bildern, dass Gesicht und Gestaltung des Kopfes recht gut angelegt, oft fein auch ausgeführt sind, dass es aber dessenungeachtet bei den anderen Körpertheilen an Sinn für entsprechende Richtigkeit der gebotenen Formen noch bedeutend fehlt. Gerade die allseitige Vereinigung des Schönen mit dem Wahren ist es, durch welche die classische Kunst des Alterthums in der Plastik so günstig sich auszeichnet; das

Gleiche gilt in Europa auch für die späteren Perioden hoher Kunstentwicklung in der Gemäldedarstellung historischen Characters, während in der Auffassung des landschaftlichen Bildes, für welche östlich von Europa nirgend befriedigender Sinn sich zeigt, selbst in Europa erst in verhältnissmässig neuer Zeit die Richtigkeit der Formen, die im Bilde als Ganzes sich verbinden, genügende Berücksichtigung gefunden hat.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| II. | 23. | Glimmerschiefer-Bilder indischen Kastenwesens, mit Schrift und Rahmen.<br>3 Figuren, nemlich:<br>ein „Chílamchī bĕrdár“ oder Wasserbecken-Träger;<br>ein „Bhísti“ oder Wasserträger;<br>ein „Máli“ oder Gärtner . . . . | 4914-16 |
| | | Die vorliegenden aus Hindostán. | |
| II. | 24. | Bilder des Hindú-Cultus, aus Kashmír; grell bemalt. Auf Papier, das unmittelbar aus Pflanzenfasern hergestellt wird.<br>Von den Eingebornen werden sie als einzelne Blätter conservirt, oder auch in der Form kleiner Bücher geheftet. (Jetzt zum Schutze unter Glas.)<br>6 Exemplare . . . . . . . . | 4917-22 |

Die Gruppe 23 und 24 sind Gegenstände der Herstellung, sowie des Handels mit Bildern, unter den Hindú-Eingebornen über ganz Indien; auch jene aus Kashmír waren dort vorzugsweise für die Hindú-Kasten in Indien angefertigt worden.

## IV. Modelle und Abformungen.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| IV. | 103. | Architectur-Ornamente, durch Reiben auf Papier mit Schwarzwachs mechanisch copirt. | |
| | | Durchbrochene Marmorarbeiten aus Mussălmán-Architectur in monumentaler Construction. 3 Exemplare: | |
| | | a) Gegenstand in älterer Form, die noch indischen Einfluss zeigt . . . . . | 4923 |
| | | Aus Allahabád. | |
| | | b) und c) Neuere, höher entwickelte Formen im selbstständigen Style | 4924 u. 25 |
| | | Aus Ágra, Zeit des 17. Jahrhunderts. | |

## VI. und VII.[5]) Tibetische Objecte des Búddha-Cultus, mit Einschluss der musikalischen Instrumente.

| | | | |
|---|---|---|---|
| VI. | 28. | Klosterstempel. | |
| | | In Holz geschnitten, mit grosser Inschrift auf den beiden Seiten der Platte. | |
| | | Dieser Stempel galt als besonderes Kleinod, da er aus „alter Zeit" schon stammte und doch sehr gut sich noch gebrauchen liess . . . . . . . . | 4926 |
| | | Aus Central-Tíbet; vom Láma zu Saimonbóng in Síkkim erhalten. | |

Die Buchstaben sind hier solche der normalen tibetischen Druckschrift, die nur aus Capitälchen

5) Untersuchung und Erläuterung der Gegenstände dieser beiden Abtheilungen ist von meinem Bruder Emil in seinem „Buddhism in Tíbet" gegeben; für Padmapáni p. 88, für die mystische Anrufung p. 120, u. a.

besteht; diese heissen „Vuchán“, im Gegensatze zu den in Handschrift auch gebrauchten kleinen Buchstaben, welche tibetisch „Vuméd“ benannt werden.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| VI. | 30. | Gegenstände eines Eremiten-Láma. | |
| | | a) Stufenhut, beklebt mit Papier aus Pflanzenfasern; dieser Hut dient bei den Functionen des Priesters auch als Altärchen und auf die Flächen der Treppe wurden heilige Gegenstände gestellt sowie Opfer niedergelegt . . | 4927 |
| | | b) Rosenkranz, tibetisch „Théngpa“ genannt. | |
| | | Von einer auch bei den Lámas seltenen Form, aus einer Reihe von Wirbelknochen einer Schlange bestehend . | 4928 |
| | | a) und b) erhielt ich bei Narigún in Bhután. | |

Nur im östlichen Himálaya, in Bhután nemlich und in Síkkim, hat sich der Buddhismus noch jetzt auf der indischen Seite dieser Gebirgskette so vollständig erhalten, dass er bis zur Tarái am Rande des Tieflandes herabreicht.

| | | | |
|---|---|---|---|
| VI. | 30. | Einfache Holzinstrumente. | |
| | | c) Eine Clarinette . . . . . . . . | 4929 |
| | | d) Eine Doppelpfeife . . . . . . . . | 4930 |
| | | c) und d) aus Tíbet; sie wurden von wandernden Lámas bei sich geführt. | |
| VI. | 38. | Buddhistische Gebettafeln in grosser Form; gedruckt, auf Pappe. Sie entsprechen der Gestalt der heiligen Steine an den Gebetmauern. | |

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

a) Das sechssilbige mystische Gebet der Anrufung Padmapánis im tibetischen Buddhismus: „Om máni pádme hum“ = „O, das Juwel im Lótus; Amen“ . . . . . . . . . . . 4931

Die Buchstaben für máni pádme hum bilden hier, als Anagramm gehalten, ein gemeinschaftliches Ganzes, das in dieser Form Nam chu vangdán genannt wird; für die Silbe om sind ober dem Anagramm ein Halbmond angebracht und, als Symbol der Sonne, eine volle Scheibe, aus welcher eine Flamme spitz ansteigt.

b) Darstellung des auf einer Lotusblume sitzenden Gottes Padmapáni (oder, tibetisch, Chenrési), der als Förderer des Búddha-Cultus in der Gegenwart, dessgleichen als besonderer Schützer für Tíbet, von allen Buddhisten am häufigsten angerufen wird . . . . 4932

a) und b), nebst anderen entsprechenden Darstellungen, sind aus tibetischen Klöstern wo sie gegen Opfer abgegeben werden.

Die Lotusblume ist dabei als Symbol „schönster Form“, als „Gestalt in Vollkommenheit“ gewählt. Wie die Untersuchung der buddhistischen Literatur jetzt ergeben hat, ist der Lotus in dieser die *Nymphaea Nelumbo L.* oder die Seerose. Früher war auch ein anderes Genus, das *Nelumbium* Linnés, und zwar *N. speciosum L.*, als dieser Lotus angenommen.[6])

---

6) *Lotus L.* als Genus in der systematischen Botanik ist gegenwärtig der Schotenklee in der Familie der Papilionaceen.

Ganz verschieden von der Blume des Búddha-Cultus ist der *Zizyphus*-Lotus, ein Judendorn aus der Familie der Rhamneen, welcher als Nahrungsmittel der Lotophagen des classischen Alterthumes angeführt wird. Er gilt als Baum mit essbaren Früchten, den Odysseus kennen lernte, an der Nordküste Afrikas längs der Strecke zwischen den gegenwärtigen Städten Tripolis und Tunis vorkommend. Botanisch ist er unserem in Südtirol cultivirten und dort auch verwilderten *Zizyphus vulgaris Lam.* nahestehend.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| VI. | 39. | Gebettafeln in kleinerer Form, die von Lámas vertheilt werden. | |
| | | a) Eine Votiv-Tafel, welche im Texte des Gebetes eine leere Stelle frei hat, wo vom Priester der Name des Opfernden eingeschrieben wird. . . . . | 4933 |
| | | b) Abdruck des Om máni etc.-Gebetes von einer geschnittenen Holzplatte. In der normalen tibetischen Druckschrift; ausgeschrieben . . . . . | 4934 |
| | | Beide von wandernden Lámas im westlichen Tíbet. | |
| VII. | 71. | Tibetische Doppelpauke; mit Gebetinschriften auf den 2 Pergamentflächen, wobei die Schriftzeichen in symetrisch getrennte Theile der Kreisflächen vertheilt sind. Statt der Anwendung von Schlegeln sind Holzknoten an Schnüren hier angebracht, die bei entsprechendem Drehen und | |

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| | | Schwingen des Instrumentes gegen die Pergamente anschlagen . . . . . | 4935 |
| | | Aus West-Tíbet. | |

## VIII. Waffen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| VIII. | 99. | Ein Schild; in der normalen indischen Form des „Dhāl.“ Aus starker Ledermasse, von runder Gestalt, mit Ornamenten . . . . . . . . . . . | 4936 |
| | | Aus Central-Indien. | |
| VIII. | 100. | Rüstungsgegenstände der Sikhs. | |
| | | a) Kettenhemd mit Aermeln; aus gebogenen Eisenplättchen, die unter sich in sehr beweglicher Weise verbunden sind . . . . . . . . . . . | 4937 |
| | | b) Panzer aus Rundplatten, welcher verhältnissmässig kleine Metallbedeckung des Oberkörpers bietet. Er besteht aus 4 gegen die Mitte etwas gewölbten Eisenplatten mit runder Basis, für welche gewöhnlich der Durchmesser nur wenig über Handlänge hat. Sie sind mit Lederstreifen unter sich verbunden und wurden am Oberkörper in halber Höhe umgeschnallt . . . | 4938 |
| | | a) und b) aus Lahór im Panjáb. | |

Von den Eingebornen werden die Rundplatten-Panzer „Schicksals-Panzer“ benannt, weil sie weniger Schutz bieten als die entsprechenden Panzer aus grossen rechtwinkligen Metallplatten.[7]) Dessen-

7) Letztere, die ebenfalls in unserer Sammlung noch vertreten sind, Gruppe 94 c und Gruppe 95, waren meist ornamental ausgeführt und

ungeachtet waren sie, weil leichter herzustellen, zur Zeit der Herrschaft der Sikhs sehr verbreitet.

Sehr verschieden von den europäischen Panzern, die aus 1 Brusttheil und aus 1 Rückentheil bestehen, sind auch die Panzer der Sikhs aus grossen Metallplatten; man macht sie ebenfalls aus 4 Platten bestehend, um die Beweglichkeit nur wenig zu beschränken. Bei jener grossen Form sind die Platten auf Brust und Rücken von gleicher Grösse und haben, möglichst breit dabei, eine längliche Fläche; die beiden seitlichen unterhalb der Achselhöhlen sind schmal, reichen ebenso weit nach abwärts, sind aber nach oben kreisförmig ausgeschnitten und sind so gekürzt.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| VIII. | 107. | Schildkröten-Schild. Knochen wie dieser werden von den Bewohnern der südlichen Küstengebiete Indiens bisweilen auch jetzt noch in solch einfacher Weise als Schilde geführt und werden mehr oder weniger farbig bestrichen; doch kommen jetzt auch solche vor, bei welchen die Bemalung schon deutlich den Formen von Sculptur-Ornamentik sich nähert | 4939 |
| | | Aus dem Maláyen-Gebiete Südindiens. | |
| VIII. | 110. | Schwert der Górkhas; stark sichelförmig gekrümmt, der innere Rand ist die Schneide. Aehnliche Gestaltung ist characteristisch für die viel kleineren Dolche | |

---

vergoldet; mit diesen sind auch sehr schöne Schienen für die Vorderarme und die Hände verbunden.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr |
|---|---|---|---|
| | | der Górkhas, sowie für die Opfermesser ihrer Priester . . . . . . . . . | 4940 |
| | | Aus Nepál. | |
| VIII. | 120. | Schwert sehr alter indischer Form. Mit Dolchspitze am unteren Ende des Griffes. Der Griff ist spiralförmig mit einem langen Streifen umwunden, welcher von der äusseren Fläche einer Rohrpflanze abgetrennt ist. Jetzt Waffe bei den Resten der Aboriginer-Stämme . . . . . . . . . . . | 4941 |
| | | Aus Central-Indien. | |
| VIII. | 124. | Altindische ornamentirte Metallspitze eines Speeres . . | 4942 |
| | | Aus Hindostán. | |

### XI. Kleidungs-Stücke.

| | | | |
|---|---|---|---|
| XI. | 35. | a) und b) Ein Paar tibetische Stiefel; vorherrschend aus weichen Stoffen bestehend und nur in trockenem Klima zu tragen . . . . . . | 4943 u. 44 |
| | | Aus Ladák. | |

Etwas verschiedene Formen von Stiefeln, auch 2 Paar tibetischer Schuhe, sind noch in Nürnberg aufgestellt.

### XVII. Kleinere Haus- und Hand-Geräthe.

| | | | |
|---|---|---|---|
| XVII. | 82. | Cultus-Geräthe zum Hausgebrauche. a) Altindischer Oelbrenner der Bráhman-Kaste . . . . . . . . . . . | 4945 |
| | | Aus dem Ganges-Gebiete in Bengalen. | |

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

b) Oelbrenner, einfachster Form, der Súdra-Kaste. Noch nicht gebraucht 4946

Aus dem nordwestlichen Indien.

c) „Bail" (unser „Bulle") oder Stier, das heilige Thier der Cultur; roh gearbeitet . . . . . . . . . . 4947

Aus Südindien.

XVII. 137. Kleinere Hausgeräthe.

a) Opium-Pfeife. . . . . . . . . . 4948

Aus Hindostán.

b) Jūt-Strick; aus Fasern von Corchorus-Arten . . . . . . . . . . . . . 4949

Von Nágas im Sădiya-Bazár in Ober-Assám erhalten.

## XX. Agriculturgeräthe; Instrumente und Maasse.

XX. 138. Die indischen Pflüge.

a) Die leichte Form des „hāl" oder Pfluges; für Indien im allgemeinen die häufigste . . . . . . . . . 4950

Aus Central-Indien.

Die Deichsel ist gekrümmt, und es wird Scharre mit Deichsel beim Marsche vom Arbeiter getragen, wobei die Deichsel in der Krümmung auf seinem Kopfe liegt; es ist neben der Scharre keine Vorrichtung angebracht, den Pflug umlegen und fortschleifen zu können.

Beim Pflügen ist er mit Zebu-Ochsen, *Bos indicus L.*, bespannt.

b) Die schwere Form des Pfluges, mit breiter massiger Scharre aus Holz und

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr |
|---|---|---|---|
| | | mit einer kleinen Eisenplatte auf der Spitze des Holzes. Im Osten, auch in Hinterindien ist diess der gewöhnliche Pflug . . . . . . . . . . . | 4951 |
| | | Aus Assám. | |

Auch dieser Pflug wird während des Transportirens vom Arbeiter getragen; wegen seiner Schwere wird er auf die Schulter gelegt.

Bespannung für diesen Pflug ist fast immer der indische Büffel, *Bos Arni Shaw*, der in Assám selbst wild noch vorkömmt.

| | | | |
|---|---|---|---|
| XX. | 139. | Modell der indischen Getreide-Mühle, die durch Zebu-Ochsen zu bewegen ist . . . . . . . . . . | 4952 |
| | | Aus Audh. | |
| XX. | 140. | Der tibetische Dreschflegel, breit und flach. — (In Indien wird nicht gedroschen, sondern vom Vieh „ausgetreten"). Wegen der Seltenheit grossstämmigen Holzes in jenem trockenen Hochlande sind für den Dreschflegel allgemein, wie hier, kleinere Stöcke brettartig neben einander gebunden um die Keule zu ersetzen . . . . . . . . . . | 4953 |
| | | Aus Gnári Khórsum. | |

Der Pflug aus den tibetischen Gebieten, der ebenfalls in unserer Sammlung vertreten ist, hat eine noch mehr ungewöhnliche Gestaltung; solche ist für den Pflug bedingt durch die schwache Humusschicht, welche dünn selbst auf dem Gerölle der Thalstufen lagert. Statt einer nach vorne spitzen

Pflugscharre ist hier, rechtwinklig auf die Deichsel gestellt und bei der Bespannung des Pfluges meist in einem Winkel von 30 Grad in die Oberfläche des Bodens eingreifend, der Quere nach eine Scharre angebracht. Man kann durch die Winkelstellung die man ihr gibt, bedingen, dass sie etwas mehr oder etwas weniger eingreift, bis zu einer Tiefe, wobei sie nur, soweit es bei der Dicke der Erdschicht günstig ist, die obere Lage des Bodens aufhebt und umwühlt.

Seit ich Gelegenheit hatte, im Januar 1863, in unserem Gartenbau-Vereine diesen Apparat in Verbindung mit den anderen Culturgeräthen des Ostens zu besprechen, hat durch Herrn Director K. von Effner diese Construction auch bei uns practische Anwendung gefunden, nemlich um Gräser und kleine Kräuter, wo es nöthig ist, am leichtesten von Wegen und anderen Flächen zu entfernen, die nur zur Kiesbedeckung bestimmt sind.

(Die Reihe der Pflüge, gesammelt während unserer Reisen, die wohl für jene Gebiete ziemlich complet sein dürfte, besteht aus 7 Formen, die, als verschieden unter sich, gut zu erkennen sind.[8])

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| XX. | 141. | Die indische Egge oder der „héngā.“ Gleich einem vergrösserten Rechen, mit 1 Reihe von Zähnen . . . . | 4954 |
| | | Aus Bengalen. | |

---

8) Für den Pflug in seiner Entstehung und in seiner Entwicklung bei den Europäern kann genannt werden: „Geschichte des Pfluges, von Rau“, Heidelberg 1845; für die Technik der Neuzeit, u. a.: „Landwirth. Maschinenlehre, von Reitlechner“, Wien 1869.

In dieser einfachen Form sehr verbreitet, auch in Tíbet und in Hinterindien. Es wird jedoch auch ein Ackergeräthe Namens die „mái" oder „máhi" als „Abflacher" statt der Egge angewandt. Das Wort bedeutet zunächst „die Leiter", und das Geräthe entspricht dem Stücke einer Leiter oder auch eines Brettes mit voller Fläche, das, viel steiler eingreifend als der tibetische Pflug, über den vorher gepflügten Boden zum Einebenen fortgezogen wird.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr |
|---|---|---|---|
| XX. | 142. | Joche für das Zugvieh. | |
| | | a) Joch für 1 Paar Zebu-Ochsen von mittelgrosser Raçe.<br>Das Joch drückt gegen den Fleischhöcker und gegen den ersten Rückenwirbel unter dem Höcker. — Dieses Joch hat Querholz oben und unten, und es sind von den 4 verticalen Verbindungshölzern die beiden äusseren beweglich; man kann so beim Bespannen mit Zugvieh die beiden Räume öffnen und schliessen . . . . . . . . . . . | 4955 |
| | | Aus Bengalen. | |
| | | b) Joch für die Arni-Büffel, sowie für grosse Zebu-Raçen.<br>Auch dieses liegt auf dem Halse, gegen den Rücken drückend, und ist schwerer. — Die Verticalhölzer sind hier alle beweglich und haben kein unteres Querholz; jedes Paar wird durch Stricke unten geschlossen . . | 4956 |
| | | Aus Assám. | |

Ein Holzjoch, ohne unteres Querholz, verschieden in Stärke je nach der Grösse der Thiere, haben auch, als Gestelle, die oft reich verzierten Geschirre der indischen Zebus, wenn die Thiere an Paradewagen der Bráhmans oder bei Reisen an die Wagen hoch gestellter Hindús gespannt werden.

Das Joch für die Raçen des europäischen Rindes und für den Büffel im südlichen Europa wird aber derartig befestigt, dass es an der Stirne des Zugthieres aufliegt. Wenn 1 Paar zusammengespannt ist, war das Joch auch in Europa bis vor kurzer Zeit ein gemeinschaftliches. Die verhältnissmässig neue Form, das an jedem der Thiere einzeln angebrachte Stirnholz in Verbindung mit Strängen, sahen wir in Indien nirgend angewendet.

| Abth. | Grpp. | | Cat.-Nr. |
|---|---|---|---|
| XX. | 155. | G r o s s e s B a m b u s - R o h r. Der äussere Umfang dieses Stückes, in seiner halben Länge, ist 9·1 engl. Zoll = 0·23 M.; die Länge ist 4 F. 2·7 Zoll = 1·29 M. Zahlreiche, systematisch verschiedene Formen der Bambus-Gruppe erreichen, noch im Klima subtropischen Standortes, bei genügender Feuchtigkeit diese bedeutende Grösse . . . . . . . | 4957 |

Aus Mámlu, im Khássia-Gebirge; gefällt am Südrande der Erhebung, bei Tangvái.

Die Bambus-Gewächse sind überall innerhalb der warmen östlichen Gebiete Asiens, sowohl bei Benützung in solch mächtiger Grösse als auch da, wo nur Pflanzen von geringer Grösse oder die oberen kleinen Theile der grossen Vegetationsformen anzuwenden sind, von ganz besonderem Werthe

für die Constructionen sowie für die Geräthe-Herstellung der Völker.

Rohre wie dieses werden unter anderem, selbst im feuchten Khássia-Gebirge, wo die Tiefe der Erosionsformen für viele der bewohnten Orte Wassertragen noch nöthig macht, in sehr einfacher Weise als Wassergefässe leicht verwendet. Es werden in solchen Stücken die Zwischenboden herausgelöst, und den sich ergebenden hohlen Cylindern wird eine Länge von nahezu Manneshöhe gelassen. Im Gebrauche werden 2 nebeneinander gebunden und in der Art auf dem Rücken des Trägers angebracht, dass ein breites Tragband ober der Stirne auf dem Kopfe aufliegt, wobei ein Viertel etwa der ganzen Röhrenlänge noch den Kopf überragt.

## II.

### Die Auswahl von Aquarellen
### für das k. Handzeichnungs-Cabinet
### im Jahre 1880.

Im Anschlusse habe ich auch der Auswahl einiger unserer landschaftlichen Ansichten zu erwähnen, welche in sehr anerkennender Weise als die erste Reihe aus denselben in die k. Sammlung der Handzeichnungen aufgenommen wurden. Diese Bestimmung über dieselben ist für mich um so wichtiger, da zugleich auf meinen Wunsch die weitere Benützung für die Publicationen mir gestattet blieb; es traf sich, dass nur 2 derselben[9]) bis jetzt schon erschienen sind.

Allgemeine Uebersicht der ganzen Reihe habe ich, als „Inhalt des Landschaften-Cataloges" im Sitzungs-Berichte d. d. 8. Nov. 1879, S. 18 bis 20 gegeben; für die Zahl der Ansichten sowie für die Ausdehnung der Gebiete, welche in denselben vertreten sind, war es günstig, dass mein verstorbener Bruder Adolph, der Mitarbeiter an denselben, und ich selbst fast immer getrennten, oft weit unter sich entfernten Reisewegen folgen konnten.

Ueber die Art der Aufnahme bei Gegenständen von bedeutender Grösse ihres Horizontalwinkels ist speciell zu erwähnen, dass diese als Panoramen, „mit gleichem linearen Werthe der Winkeltheile längs des ganzen Horizontes" angelegt sind.

---

9) Die Ansicht des Sees bei Srinágger in Kashmír, im Atlas zu den „Results"; als Holzschnitt, Garten und Teich bei Bombay.

Landschaften mit Bezeichnung als „Rundsicht“ sind für die Ebenen und die kleineren Gebirge Indiens jene der Gruppe I des Cataloges, für Hochasien jene der Gruppe XII; im Hochgebirge hatten sich auch manche Ansichten in den Gebieten der Gletscher, der Salzseen, sowie an hohen Kämmen geboten, deren Formen zur Wiedergabe des Characters diese Anlage bedingten. Auf den erläuternden Pauseblättern, welche allen grossen Ansichten beigegeben sind, ist Zahlenwerth des Winkels in Längenmaass dann stets beigefügt.[10])

Bei einer ersten cursorischen Auswahl „von etwa 30 Ansichten nach Verschiedenheit der Gebiete und der Art der Gegenstände“ waren in Gemeinschaft mit Herrn Conservator Anton Zwengauer theils Tonskizzen theils Aquarelle aus zehn der von mir unterschiedenen Gruppen vorgelegt werden.[11])

Für 12 dieser Ansichten und zwar für solche, die als Aquarelle gehalten sind, wurde von Herrn Director Ferdinand Rothbart das Einreihen in das k. Cabinet bestimmt; das Verzeichniss derselben, wie es auch hier jetzt beigefügt ist, enthält nebst den geographischen Coordinaten in Kürze noch Citat, wo in den „Reisen“ specielle Besprechung des Gegenstandes oder andere Daten über den Typus des Gebietes sich finden.

Mit „A.“ sind die Landschaften und Architecturen meines Bruders Adolph signirt, mit „H.“ die meinen. Bei den Angaben der Positionen sind die L ä n g e n auf Greenwich bezogen; Greenwich westlich von Paris = 2° 20′ 57″. Die

---

10) Besprochen in „Reisen“ Band II S. 256—258.

11) Für diese zeigt sich „Gruppe“ und „Gen.-Nummer“, wie sie im k. Directorium, nebst meinem Cataloge mit Benennung des Gegenstandes, gleichfalls jetzt abgegeben sind, in den folgenden Reihen: I 9, 19; VI 119, 120, 123; VIII 161; IX 202; X 254; XI 296, 313, 334, 335, 336, 350; XII 357; XIII 381, 398; XIV 413, 414, 422, 428, 430, 462, 463; XV 482; XVII 556, 565; XVIII 582; XIX 604; XX 675.

Höhen, über Meeresniveau als Basis, sind engl. Fuss; 1000 engl. Fuss = 304·79 Meter. (=) bedeutet „wenig über Meereshöhe."

I. Aufnahmen in Rundsicht aus Indien.

9. Fuss des Khássia- und des Jáintia-Gebirges; vom Súrma-Flusse aus.

Südwestlich von Silhét* in Ost-Bengalen . . . . . . . . . . Gen.-Nr. 9; H. 1855, Sept. 20.

* N. Br. 24⁰ 53′. Oestl. L. v. Gr. 91⁰ 47′. Höhe (=).

Bespr. in „Reisen" Band I, S. 250 bis 259.

19. Hochstufe von Alluvialboden, zwischen dem Indus- und dem Jhílum-Flusse; bei Déra Ismáel Khan*, im Pănjáb . . . . . . . . . . Gen.-Nr. 19; A. 1857, Febr. 28.

* N. Br. 31⁰ 39′· 6. Oestl. L. v. Gr. 70⁰ 56′· 5. Höhe 478 F.

Temperatur in „Reisen" Band IV, S. 468 und 469.

II. Oestliche Ghăts und Karnátik.

9. Die östlichen Ghăts von Káre aus, 6 engl. Meilen von Utatúr*; in Südindien . . . . . . . . . . Gen.-Nr. 119; A. 1856, März 4.

10. Umgebungen von Utatúr* und Pádalur, nahe dem Káveri-Flusse; in Südindien . . . . . . . . . Gen.-Nr. 120; A. 1856, März 4.

*„Utatúr", (für 119 und 120): N. Br. 11° 0'. Oest. L. v. Gr. 78° 50'. Höhe, mittlere, 250 F.

Bespr. in „Reisen" Band I, S. 179 und ff.

IX. Bäume und Vegetationsformen.

2. Garten und Teich auf der Insel Bombay*, bei Beach Candy . . . Gen.-Nr. 202; H. 1854, Ende Nov.

*Lage des „Bombay-Observatoriums:"

N. Br. 18° 53'' 5. Oestl. L. v. Gr. 72° 49'' 1. Höhe (=).

Besprochen und als Holzschnitt gegeben, („Ausland", 26. Aug. 1865) in Klimatologische Bilder aus Indien und Hochasien. Allgemeine Daten in „Reisen" Band I, Cap. V.

XI. Wohngebäude der Eingebornen, Brücken, Dörfer etc.

36. Khássia-Steinsäulen, bei Chérra Púnji*; im Khássia-Gebirge . . . Gen.-Nr. 313; H. 1855, Oct. 11.

*N. Br. 25° 14'' 2. Oest. L. v. Gr. 91° 40'' 5. Höhe 4125 F.

Bespr. in „Reisen" Band I, S. 513 und 514.

73. Haus des „Gópa" oder Vorstandes zu Pangmíg* (auch Pangkóng genannt); in Núbra, im westlichen Tíbet . . . . . . . . . Gen.-Nr. 350; H. 1856, Juli 29.

*Lage der heissen Quellen daselbst:

N. Br. 34° 47'. Oestl. L. v. Gr. 77° 36'. Höhe 10,538 F.

Bespr. in „Reisen" Band IV, S. 14 und 15.

XII. Panoramen aus Hochasien[12]): aus dem Himálaya, indische Seite, aus Tíbet und aus Turkistán.

4. Die Schneeketten von Bhután und Síkkim; aufgenommen vom Tónglo-Gipfel* im östlichen Himálaya. Gen.-Nr. 327; H. 1855, Juni.

N. Br. 27° 1'· 8. Oestl. L. v. Gr. 88° 3'· 9. Höhe 10,080 F.

Der Kánchinjínga-Gipfel, nahe der Mitte des Bildes, hat:

N. Br. 27° 42'· 1. Oest. L. v. Gr. 88° 8'· 0. Höhe 28,156 F.

(Der Gaurisánkar, westl. links davon, und hier noch nicht gesehen, hat:

N. Br. 27° 59'· 3. Oestl. L. v. Gr. 86° 54'· 7. Höhe 29,002 F.)

Der Tónglo ist besprochen in „Reisen" Band II, S. 212 bis 219.

XIII. Oestlicher Himálaya.

20. Höhle durch Klüftung, in Felsen des Singhalíla-Kammes; in Síkkim Gen.-Nr. 398. H. 1855, Mai 30.

Lage des Falút, des nächsten Gipfels:

N. Br. 27° 13'· 7. Oestl. L. v. Gr. 87° 59'· 8. Höhe 12,042 F.

---

12) Erläuterung der 3 Hauptketten, „Himálaya, Karakorúm, Künlún", in Sitz.-Ber. der math.-phys. Cl., 1880, 1; mit Kartenskizze S. 9.

XIV. Westlicher Himálaya.

Spaltenformen in Glimmerschiefer, auf der linken Seite des Páju-Thales; bei Mílum in Kămáon . . . . Gen.-Nr. 428; A. 1855, Juni 12.

*N. Br. 30° 34′· 6. Oestl. L. v. Gr. 73° 22′· 7. Höhe 11,265 F.

Mílum's Umgebungen bespr. in „Reisen" Band II, S. 334 u. ff.

50. Der südliche Theil des Sees der Hauptstadt Srinăger,* in Kashmír Gen.-Nr. 462; H. 1856, Oct. 28.

*N. Br. 34° 4′· 6. Oestl. L. v. Gr. 74° 48′· 5. Höhe 5146 F.

Dieser und die Ansicht des nördlichen Theiles, Gen.-Nr. 463 von Adolph, sind in lithographischem Farbendrucke im Atlas zu Volume III der „Results" erschienen. Beide Theile sind als „Rundsicht" aufgenommen.

Bespr. in „Reisen" Band II, S. 410 bis 412.

XVIII. Salzseen und heisse Quellen.

3. Tso Gam,* kleiner Salzsee oberhalb des grossen Ţsomoríri-Sees; im westlichen Tíbet . . . . . Gen.-Nr. 582; H. 1856, Juni.

*N. Br. 33° 10′. Oestl. L. v. Gr. 78° 34′. Höhe 14,580 F.

Bespr. in „Reisen" Band III, S. 518.

---

**Berichtigung:** In meiner Mittheilung d. d. 8. Nov. 1879, Seite 26 dieses Bandes, Zeile 8 von unten, ist zu lesen: linken statt: rechten.

Sitzung vom 5. Juni 1880.

---

Herr August Vogel sprach:

1) „Ueber die Verschiedenheit der Aschen einzelner Pflanzentheile."

Die Verschiedenheit der Aschen in den einzelnen Theilen der Bäume ist zuerst von Saussure nachgewiesen worden. Hiernach sind die unorganischen Bestandtheile nicht durch die ganze Pflanze gleichmässig vertheilt, sondern in ihren verschiedenen Organen sehr verschieden gruppirt. Die Asche der Wurzel, des Stammes unterscheidet sich wesentlich von der Asche der Blätter, Blüthen und Früchte. Diese Verschiedenheit bezieht sich besonders auf die Qualität der Asche. Die Asche der Eichenblätter enthält 47 proc., die Asche des Eichenstammes 38,6 proc. in Wasser löslicher Bestandtheile, die Blätterasche der Schwarzpappel (Populus nigra) 36 proc., die Stammasche 26 proc. in Wasser löslicher Bestandtheile. In den Blättern des Haselstrauches fanden sich 26 proc., in den Zweigen 24,5 proc. in Wasser löslicher Aschenbestandtheile. Bekanntlich enthalten nach Liebig die Cerealien in der Samenasche gar keine in Wasser löslichen Bestandtheile, während diese in der Strohasche sich nicht in unbedeutender Menge finden.

Im Anschlusse an die Saussure'schen Versuche habe ich die Asche von Pyrus malus untersucht und das Ver-

Verhältniss der in Wasser löslichen Aschenbestandtheile von Stamm, Blatt und Frucht zu [illegible] gefunden.[1] Die phosphorsauren Salze nehmen vom Stamm bis zur Frucht im Verhältniss zu und zwar auf Kosten der kohlensauren Verbindungen, welche von [illegible] proc. in der Stammasche bis auf [illegible] proc. in der Fruchtasche sich vermindern. Auch die Menge des Eisens in der Asche vermindert sich vom Stamme bis zur Frucht.

Da es aus vereinzelten Versuchen selbstverständlich nicht möglich sein konnte, einen nur einigermassen allgemeinen Schluss zu ziehen, so habe ich im Verlaufe dieses Sommers den Gegenstand wieder aufgenommen und die Versuche auf eine grössere Anzahl von Bäumen ausgedehnt. Wie bekannt variirt die Qualität der Asche sehr wesentlich nach der Jahreszeit: in der Eichenblätterasche befanden sich im Mai 47 proc., im September dagegen nur 17 proc. in Wasser löslicher Bestandtheile. Hiernach war es nothwendig, das Untersuchungsmaterial zu derselben Zeit, in der Periode der Fruchtreife, zu verwenden. Dasselbe wurde in der zweiten Hälfte des Monates October v. Js. von den verschiedenen Bäumen genommen, so dass die einzelnen Pflanzentheile, Stamm oder Ast, Blatt und Frucht zusammengehörig waren. Die Bäume standen alle auf gleichem Boden und unter gleicher Behandlung. Herr Professor Dr. Raab hat durch gütige Betheiligung an diesen Versuchen mich zu besonderem Danke verpflichtet.

Da es sich bei diesen Versuchen eigentlich weniger um die Asche selbst, als um deren vergleichende Betrachtung handelt, so wurden vorzugsweise solche Pflanzentheile gewählt, welche leicht und vollständig eingeäschert werden konnten. Denn die Analyse von Aschen, welche auch nach anhaltendem Glühen noch 4 bis 5 proc. Kohle ent-

---

1) Gelehrte Anzeigen. B. 19. S. 26.

halten, dürften bei diesen vergleichenden Versuchen zu grossen Irrthümern Veranlassung geben.

Die Einäscherung geschah über dem Gasbrenner im Platintiegel, die Bestimmung der löslichen Aschenbestandtheile durch Behandeln und Auswaschen mit kochendem Wasser, die Bestimmung der Phosphorsäure durch Titriren mit Uran.

Es folgt nun die Zusammenstellung der Versuchsresultate in tabellarischer Form.

| Pflanzenspezies | Pflanzentheile | Gesammtasche in % | In Wasser lösliche Aschentheile % | Gesammtgehalt an Phosphorsäure; in % der Asche |
|---|---|---|---|---|
| Crataegus azarolus | Holz | 4,22 | 0,30 | 20,00 |
| (Azarolapfel) | Blätter | 8,83 | 0,47 | 19,60 |
| | Frucht | 1,16 | 0,53 | 15,80 |
| (Pyra ariaria) | Holz | 3,25 | 0,53 | 24,00 |
| Winterbirn | Blätter | 4,60 | 1,18 | 26,70 |
| | Frucht | 0,37 | 0,24 | 11,28 |
| (Pyra pyraria) | Holz | 4,20 | 0,38 | 18,00 |
| Herbstbirn | Blätter | 5,00 | 0,50 | 23,04 |
| | Frucht | 0,46 | 0,33 | 26,45 |
| Pyrus malus | Holz | 3,80 | 0,38 | 17,84 |
| Grüner Winter-Rambour | Blätter | 7,20 | 1,18 | 20,56 |
| | Frucht | 0,53 | 0,28 | 8,50 |
| Malus spectabilis | Holz | 3,63 | 0,60 | 22,50 |
| | Blätter | 5,79 | 2,03 | 28,67 |
| | Frucht | 1,31 | 0,90 | 20,48 |

| Pflanzenspezies | Pflanzentheile | Gesammtasche in % | In Wasser lösliche Aschentheile % | Gesammtgehalt an Phosphorsäure; in % der Asche |
|---|---|---|---|---|
| Cydonia japonica | Holz | 3,71 | 0,42 | 24,83 |
| Japan-Quitte | Blätter | 6,95 | 1,62 | 15,36 |
| | Frucht | 0,65 | 0,38 | 21,40 |
| Prunus domestica | Holz | 7,90 | 2,30 | 17,30 |
| (Zwetschge) | Blätter | 3,60 | 0,43 | 20,00 |
| | Frucht | 0,40 | 0,22 | 15,36 |
| Prunus insititia | Holz | 5,00 | 0,48 | 16,89 |
| (Wilde Pflaume) | Blätter | 9,69 | 2,176 | 15,96 |
| | Frucht | 1,00 | 0,44 | 13,90 |
| Juglans fertilis | Holz | 4,20 | 0,58 | 24,70 |
| (Zwergnuss) | Blätter | 7,00 | 0,18 | 27,61 |
| | Frucht | 2,10 | 0,50 | 43,73 |
| Sambucus nigra | Holz | 1,10 | 0,08 | 42,00 |
| (Holländer) | Blätter | 5,40 | 1,28 | 16,20 |
| | Frucht | 2,33 | 1,70 | 21,00 |

In folgender Tabelle ist angegeben, wie viel lösliche Salze 100 Theile der Gesammtasche an Wasser abgeben, und in welchem Verhältnisse diese löslichen Mengen in den verschiedenen Pflanzentheilen zu einander stehen.

| Spezies | Pflanzen-theile | % der löslichen Aschen-theile | Verhältniss |
|---|---|---|---|
| Crataegus azarolus | Holz | 0,71 | |
| | Blätter | 5,30 | 1 : 7,5 : 65 |
| | Frucht | 46,00 | |
| Winterbirn | Holz | 16,30 | |
| | Blätter | 25,70 | 1 : 1,57 : 4 |
| | Frucht | 65,00 | |
| Herbstbirn | Holz | 9,00 | |
| | Blätter | 9,00 | 1 : 1 : 8 |
| | Frucht | 72,00 | |
| Grüner Winter-Rambour | Holz | 10,00 | |
| | Blätter | 16,40 | 1 : 1,6 : 5,3 |
| | Frucht | 53,00 | |
| Malus spectabilis | Holz | 17,00 | |
| | Blätter | 35,00 | 1 : 2,06 : 4 |
| | Frucht | 68,00 | |
| Cydonia japonica | Holz | 11,20 | |
| | Blätter | 23,30 | 1 : 2 : 5 |
| | Frucht | 58,30 | |
| Prunus domestica | Holz | 12,00 | |
| | Blätter | 29,00 | 1 : 2,4 : 4,7 |
| | Frucht | 56,00 | |
| Prunus insititia | Holz | 9,60 | |
| | Blätter | 22,47 | 1 : 2,34 : 4,7 |
| | Frucht | 45,00 | |

| Spezies | Pflanzentheile | % der löslichen Aschentheile | Verhältniss |
|---|---|---|---|
| Juglans fertilis | Holz | 14,00 | |
| | Blätter | 25,70 | 1 : 1,8 : 1,7 |
| | Frucht | 23,40 | |
| Sambucus nigra | Holz | 6,00 | |
| | Blätter | 24,00 | 1 : 4 : 12 |
| | Frucht | 73,00 | |

Als allgemeines Gesetz dürfte sich ergeben, dass die Menge der in Wasser löslichen Aschenbestandtheile in der letzten Vegetationsperiode bei allen fleischigen und saftigen Früchten im Verhältniss zu den übrigen Pflanzentheilen am grössten ist; die geringste Menge findet sich im Holze, etwas mehr in den Blättern.

Die Phosphate sind in Stamm und Blättern quantitativ wechselnd, doch der Unterschied nicht bedeutend. Eine ganz auffallende Ausnahme macht das sehr markreiche Hollunderholz (Phosphorsäuregehalt der Holzasche 42 proc., Phosphorsäuregehalt der Blätterasche 16,2 proc.). Die fleischigen und saftigen Früchte, die verhältmässig wenig Samen enthalten, zeigen auch im Allgemeinen geringeren Phosphorsäuregehalt in der Asche, als Stamm und Blätter.

2) „Ueber Natur und Ursprung des Gletscherschlammes vom Dachsteine am Hallstädter See.“

In einer vor längerer Zeit ausgeführten Arbeit über die Zusammensetzung des Gletscherschlammes vom Dachsteine am Hallstädter See waren meine Versuche vorzugsweise der Zusammensetzung der organischen Bestandtheile jenes Materiales zugewendet.[2]) Ich habe damals schon auf Grund der Versuche meine Ansicht dahin ausgesprochen, dass die organische Substanz des untersuchten Gletscherschlammes nicht animalischen, sondern vielmehr vegetabilischen Ursprunges sein müsse. Der Stickstoffgehalt der organischen Substanz des Gletscherschlammes ist nämlich, wie ich gezeigt habe, so gering — derselbe beträgt nur 4,3 proc. —, dass eine auf animalischer Quelle beruhende Abstammung kaum gerechtfertigt erscheinen könnte. Ein geringer Theil der organischen Gebilde des Gletscherschlammes mag allerdings wohl durch die Zufuhr des Windes erklärt werden, da ja wie man weiss Spinnen und Insekten mitunter auf den Flächen der Gletscher vorkommen. Aber in keinem Falle ist die Annahme dieser Quelle hinreichend zur Erklärung der verhältnissmässig grossen Menge der im Gletscherschlamme enthaltenen organischen Substanz. Sie beträgt durchschnittlich 18,6 proc. Diess um so weniger, als auch die jüngst auf meine Veranlassung wiederholt angestellte mikroskopische Untersuchung des Gletscherschlammes bei bedeutender Vergrösserung nicht die mindeste Spur animalischer Ueberreste und Fragmente nachweisen konnte. Hiernach scheint es wahrscheinlicher, die vegetabilische Entstehung der orga-

2) Abhandlungen der k. Akademie d. W. II. Cl. VIII. Bd. III. Abth.

nischen Substanz des Gletscherschlammes anzunehmen. Dafür mag noch erwähnt werden, dass in der Asche des Gletscherschlammes keine Reaktionen auf Phosphorsäure wahrgenommen wurden. Die Annahme vegetabilischen Ursprunges der organischen Bestandtheile des Gletscherschlammes entspricht auch der Ansicht Hugi's[3]), welcher die Bildung des Gletscherschlammes auf dem Unteraargletscher der langsamen spontanen Zersetzung einer den Tremellen ähnlichen Masse zuschreibt, obgleich meines Wissens nach ihm bisher noch von keinem Beobachter diese räthselhaften Pflanzen gesehen und bestimmt worden sind. Hugi beschreibt nämlich die dieser Zersetzung zu Grunde liegenden Pflanzen als eine Materie, „welche im frischen Zustande schön hochgelb gefärbt, etwa 1,5 Centimeter dick, beim Berühren zerfliesst und schwarze Dammerde hinterlässt."

Bei Wiederaufnahme meiner früheren Versuche habe ich der Zusammensetzung der Mineralsubstanzen des Gletscherschlammes erneute besondere Aufmerksamkeit zugewendet, in der Absicht, die nach den Resultaten meiner früheren Arbeit noch offengelassene Frage wo möglich zu entscheiden, ob der Inhalt der zahlreichen kleinen Vertiefungen des Gletschers, welche den Gletscherschlamm enthalten, von einer Pflanze aus der nächsten Umgebung des Gletschers geliefert, oder ob derselbe aus einer grösseren Entfernung herzugeführt worden sei. Diess konnte nach meinen älteren Versuchen noch nicht mit Bestimmtheit behauptet werden.

Auf Platinblech geglüht nimmt der getrocknete Gletscherschlamm eine rostbraune Farbe an, von Eisengehalte bedingt und man bemerkt nach längerem Glühen deutlich einzelne Glimmerblättchen hervortreten. In ganz geringer Menge der Löthrohrflamme ausgesetzt schmilzt der Rückstand zu einem grauweissen blasigen Glase.

---

3) Alpenreise S. 372.

Während bei meiner ersten Untersuchung ein schwaches allerdings kaum merkliches Aufbrauchen bei Behandlung des geglühten Rückstandes beobachtet worden war, so ergab die nun vorgenommene Prüfung durchaus keine Kohlensäureentwicklung, woraus die vollkommene Abwesenheit von kohlensaurer Kalkerde in der Asche folgt.

Auf den ersten Blick muss diess in hohem Grade auffallen. Die nächste Umgebung des Dachsteines am Hallstädter See besteht auf zwei Stunden im Umkreis wie bekannt aus Kalkformation, Alpen- und Jurakalk. Will man nun annehmen, dass der untersuchte Gletscherschlamm aus Pflanzen, die auf diesem Untergrunde gewachsen, entstanden sei, so wäre es doch immerhin sehr ungewöhnlich, wenn in der Asche, beziehungsweise den Zersetzungsprodukten jener notorischen Kalkpflanzen keine Spur von kohlensaurer Kalkerde vorhanden sein sollte.

Die auf meine Veranlassung jüngst vorgenommene quantitative Analyse der Gletscherschlammasche stimmt mit der früheren sehr nahe überein. Dieselbe liefert für die Zusammensetzung des geglühten Gletscherschlammes in 100 Theilen folgendes Resultat:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . | 65,41 |
| Eisenoxyd . . . | 10,03 |
| Thonerde . . . | 17,20 |
| Kali . . . . . | 3,12 |
| Natron . . . . | 5,93 |
| | 101,69 |

Zum Vergleiche gebe ich hier das Resultat der früheren Analyse:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . | 64,39 |
| Eisenoxyd . . . | 9,45 |
| Thonerde . . . | 28,91 |
| Kali . . . . . | 2,31 |
| Natron . . . . | 6,48 |
| | 101,34 |

Die Differenzen der früheren und neueren Analyse der Gletscherschlammasche beruhen wohl zum Theil auf dem Umstande, dass bei den beiden Analysen verschiedene analytische Methoden zur Ausführung gelangten.

Es ergibt sich aus den angeführten Resultaten, dass die Natur der Mineralbestandtheile des Gletscherschlammes mit der Zusammensetzung des Feldspathes sehr nahe übereinkömmt.

Durch eine jüngst veröffentlichte Beobachtung[4]) bin ich veranlasst worden, die Asche des Gletscherschlammes speciell auf einen Gehalt an Kupfer zu untersuchen. Dieulafait hat nämlich in allen Pflanzen, welche auf Felsen des Urgebirges wachsen, ohne Ausnahme auf das Entschiedenste Spuren von Kupfer in der Asche nachgewiesen. Dagegen enthält nach seiner Angabe die Asche der auf reinem Kalkstein wachsenden Pflanze keine Spur von Kupfer. In der That ist es mir gelungen, in der Asche des Gletscherschlammes geringe Spuren von Kupfer zu entdecken.

Fällt man aus der mit Kali-Natroncarbonat aufgeschlossenen Masse, nach Abscheidung der Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd mit Ammoniak und lässt es einige Zeit stehen, so zeigen sich in dem vom Niederschlage abgegossenen Ammoniak deutlich die Reaktionen des Kupfers.

Hierin liegt nach meinem Dafürhalten ein neuer Beweis dass der Gletscherschlamm — d. i. der Inhalt der zahllosen kleinen Vertiefungen des Gletschers — nicht von einer in der nächsten Umgebung des Dachsteines am Hallstädter See stehenden Kalkpflanze, sondern vielmehr von einer aus der Ferne zugeführten Pflanze des Urgebirges herrühre.

---

4) Dieulafait, Compt. rend. 90. 703. „Ueber das normale Vorkommen von Kupfer in den Pflanzen, welche auf Felsen der Urgebirgsformation wachsen."

## Sitzung vom 3. Juli 1880.

Herr Klein spricht:

„Ueber unendlich viele Normalformen des elliptischen Integral's erster Gattung."

Der Hauptgesichtspunct, mit dem ich bisher in der Theorie der elliptischen Functionen gearbeitet habe, lässt sich mit zwei Worten kennzeichnen. Ich wünschte, dem Legendre'schen Modul $\varkappa^2$ nicht diejenige Alleinherrschaft zu lassen, welche er bisher fast unbestritten besass. Einmal muss er in manchem Betracht, wie diess bereits die Weierstrass'schen Vorlesungen gezeigt haben, hinter der rationalen Invariante J zurücktreten, andererseits aber bildet er als Modul zweiter Stufe das Anfangsglied einer unendlichen Kette von Moduln, die alle in vieler Hinsicht gleichberechtigt sind und eine gleichmässige Berücksichtigung verlangen. In meiner ersten der k. Akademie vorgelegten Arbeit[1]) zeigte ich in diesem Sinne, dass sich der Begriff der Modulargleichungen wesentlich erweitern lasse. Herr Gierster publicirte im Anschlusse hieran eine Untersuchung[2]), derzufolge die neuen Modulargleichungen für

1) Sitzungsbericht vom 6. Dec. 1879.

2) Sitzungsbericht vom 5. Febr. 1880.

zahlentheoretische Zwecke ebenso mit Nutzen verwerthet werden können, wie die früheren. Ich wünsche heute denselben Grundgedanken, allerdings nur in allgemeinen Zügen, nach einer dritten Richtung auszuführen, indem ich nicht nur, wie bisher, Modulfunctionen (von $\omega_1$, $\omega_2$), sondern doppeltperiodische Functionen (von u, $\omega_1$, $\omega_2$) in Betracht ziehe. Als einfachste Gestalt des elliptischen Integral's erster Gattung wählt man zumeist die Legendre'sche Normalform[1]):

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x \,.\, 1 - x \,.\, 1 - \varkappa^2 x}}$$

Ich beabsichtige zu zeigen, dass ebenso einfache Normalformen des elliptischen Integral's erster Gattung existiren, in denen die Moduln dritter, vierter, fünfter etc. Stufe als Constante auftreten, so dass also die *Legendre*'sche Form nicht als Normalform schlechthin, sondern nur als solche zweiter Stufe erscheint, an die sich, den unendlich vielen Werthen von n entsprechend, unendlich viele Normalformen $n^{ter}$ Stufe anreihen. Dabei möchte ich späteren Unter-

1) Dass man im Anschlusse an die gewöhnliche Behandlungsweise diese Form und nicht die aus ihr durch quadratische Transformation hervorgehende

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1 - x^2 \,.\, 1 - \varkappa^2 x^2}}$$

als eigentliche Normalform betrachten soll, habe ich u. a. mathematische Annalen XIV, p. 116 auseinandergesetzt. Will man doch an letzterer festhalten, so operirt man, im Sinne der weiteren Auseinandersetzungen des Textes, mit einer Normalform vierter Stufe: $\sqrt{\varkappa}$ ist dann die Oktaederirrationalität (Annalen XIV, p. 155).

suchungen vorbehalten, zu beweisen, dass sich an jede dieser Normalformen in vollem Umfange analoge Untersuchungen anknüpfen lassen, wie man solche an die Legendre'sche Form in mannigfachster Weise angeschlossen hat.

Es kann sich bei einer solchen Theorie zuvörderst nicht um neue Thatsachen, sondern nur um neue Auffassung bekannter Thatsachen handeln. In der That sind meine ersten Sätze nichts Anderes, als eine Umstellung der bekannten Hermite'schen Sätze über $\Theta$-Producte, wobei ich nur äusserlich, im Anschlusse an die Weierstrass'-schen Vorlesungen, insofern eine Umänderung treffe, als ich statt der Function $\Theta$, deren unendlich viele Formen für meine Zwecke gleichberechtigt sein würden, die nur in einer Form existirende Function $\sigma$ setze.

Man betrachte verschiedene Producte aus je n Factoren $\sigma$:

$$\sigma(u - a_1) . \sigma(u - a_2) \ldots\ldots \sigma(u - a_n),$$
$$\sigma(u - b_1) . \sigma(u - b_2) \ldots\ldots \sigma(u - b_n), \text{ etc.},$$

wo

$$\Sigma a = \Sigma b = \text{etc.}$$

sein soll. Dann behaupten die hier in Betracht kommenden Hermite'schen Sätze; dass der Quotient je zweier solcher Producte eine doppeltperiodische Function von u ist mit denjenigen Perioden $\omega_1$, $\omega_2$, die bei der Bildung der $\sigma$-Function benutzt wurden, sowie: dass sich alle solche Producte aus n unabhängigen derselben linear zusammensetzen lassen. — Ich schreibe nun, indem ich n unabhängige Producte dieser Art auswähle und unter $x_0, x_1, \ldots x_{n-1}$ homogene Variable, unter $\varrho$ einen Proportionalitätsfactor verstehe:

$$
(1)\quad \left\{
\begin{aligned}
\varrho x_0 &= \sigma(u - a_1)\cdot\sigma(u - a_2)\ldots\sigma(u - a_n)\\
\varrho x_1 &= \sigma(u - b_1)\cdot\sigma(u - b_2)\ldots\sigma(u - b_n)\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\\
\varrho x_{n-1} &= \sigma(u - l_1)\cdot\sigma(u - l_2)\ldots\ldots\sigma(u - l_n).
\end{aligned}
\right.
$$

Die $x$ betrachte ich sodann, des kürzeren Ausdrucks wegen, als Coordinaten eines Punctes des Raumes von $n-1$ Dimensionen. In diesem Raume stellen die Formeln (1) eine Curve dar, die, in Folge der voraufgeschickten Sätze, das Geschlecht 1 und die Ordnung $n$ besitzt. Ich will dieselbe eine elliptische Curve der $n^{\text{ten}}$ Stufe nennen. Man kann die Variable $u$ definiren, indem man sie als Integral an einer solchen Curve hinerstreckt; ich spreche dann von einem Integral der $n^{\text{ten}}$ Stufe.

Die niedrigste in Betracht kommende Stufe ist natürlich die zweite, da es keine doppeltperiodischen Functionen der ersten Stufe gibt. Die zugehörige Curve ist die gerade Linie $\frac{x_0}{x_1}$ doppelt überdeckt, und, wie man leicht sieht, mit vier Verzweigungspuncten (sommets) versehen. Das Integral zweiter Stufe ist kein anderes, als dasjenige, welches man gewöhnlich als elliptisches Integral (erster Gattung) schlechthin bezeichnet, nämlich:

$$\int \frac{x_1\, dx_0 - x_0\, dx_1}{\sqrt{f(x_0, x_1)}},$$

wo $f$ irgend eine homogene biquadratische Form von $x_0, x_1$ bedeutet, die, gleich Null gesetzt, die Lage der Verzweigungspuncte auf $\frac{x_0}{x_1}$ fixirt.

Für die dritte Stufe erhält man, wie bekannt, aus (1) die allgemeine Curve dritter Ordnung der Ebene $x_0 : x_1 : x_2$.

Ein Integral dritter Stufe ist also ein solches, welches an einer ebenen Curve dritter Ordnung hinerstreckt ist. Ich brauche hier nicht noch besonders an die elegante Schreibweise zu erinnern, die Aronhold für solche Integrale eingeführt hat. Nur das will ich betonen, um meiner Grundanschauung wiederholten Ausdruck zu geben, dass ich die Integrale dritter Stufe nicht etwa, wie man diess bisher fast durchgängig that, auf Integrale zweiter Stufe zurückführen, vielmehr dieselben einer directen Behandlung unterwerfen will. Dieselbe Bemerkung gilt natürlich hinsichtlich der Integrale der höheren Stufen. —

Die Integrale vierter Stufe werden sich auf die gewöhnliche Raumcurve vierter Ordnung beziehen, welche der volle Schnitt zweier Flächen zweiter Ordnung ist, die Integrale fünfter Stufe auf eine Curve fünfter Ordnung des Raumes von vier Dimensionen, etc. Was die algebraische Darstellung dieser höheren Curven angeht, so findet man dieselbe der Art nach ohne Weiteres durch den zweiterwähnten Hermite'schen Satz. Aus fünf fünfgliedrigen $\sigma$-Producten: $x_0, x_1, x_2, x_3, x_4$ lassen sich $\frac{5.6}{2} = 15$ Glieder zweiter Ordnung bilden, deren jedes an 10 Stellen des Periodenparallelogramm's gleich Null wird. Daher bestehen zwischen den fünf $x$ $15 - 10 = 5$ quadratische Gleichungen, und unsere Curve erscheint als der Schnitt von fünf richtig gewählten Flächen zweiten Grades des Raumes von vier Dimensionen. — Aehnlich in allen höheren Fällen.

Alle diese „elliptischen Curven" besitzen nun in vielfacher Hinsicht analoge Eigenschaften. Sie haben z. B. alle nur zwei rationale Invarianten, die dem $g_2$ und $g_3$ des elliptischen Integral's entsprechen. Bei allen gibt es, den berühmten Formeln analog, die Hermite für $n = 2$[1]) und

1) Crelle's Journal Bd. 52.

Brioschi für $n = 3$[1]) gegeben hat, rationale Multiplicationsformeln vom Grade $n^2$, die ohne Weiteres das an der Curve hinerstreckte, richtig normirte Integral in

$$\frac{1}{n}\int\frac{dz}{\sqrt{4z^3 - g_2 z - g_3}}$$

verwandelen, etc. Ich will bei diesen allgemeinen Analogieen nicht verweilen, sondern gehe nunmehr sofort zur Besprechung des Hauptpunctes der heutigen Mittheilung über, nämlich zur Lehre von den (irrationalen) Normalformen, die man den Curven $n^{\text{ter}}$ Stufe und damit den zugehörigen Integralen ertheilen kann.

Das Mittel zur Herstellung dieser Normalformen liegt einfach in einer geeigneten linearen Transformation der x, oder, was auf dasselbe hinauskommt, in einer geschickten Wahl der Constante $a_1, b_1, \ldots n_1$ in Formel (1). Indem man diese Constanten gleich $n^{\text{ten}}$ Theilen der Perioden wählt, erreicht man, dass in den algebraischen Gleichungen der Curve $n^{\text{ter}}$ Stufe, und also auch im zugehörigen Integrale, nur noch wesentliche (invariante, aber irrationale) Constante vorkommen, und diese Constanten erweisen sich dann als Moduln der $n^{\text{ten}}$ Stufe.

Ich kann diess heute nur für die beiden niedrigsten Stufen, die Neues bieten, einigermassen ausführen, nämlich für die dritte und die fünfte Stufe. Bei der dritten Stufe handelt es sich darum, die bekannte Theorie der Wendepuncte der ebenen Curven dritter Ordnung in Beziehung zu der früher von mir entwickelten Theorie der Moduln dritter Stufe (der Tetraederirrationalität) zu setzen. Die fünfte Stufe hat Herr Dr. Bianchi in letzter Zeit auf meine Anregung hin untersucht, und es sind wesentlich von ihm gefundene Resultate, die ich im Folgenden

1) Borchardt's Journal, Bd. 63, p. 30.

mittheile. Herr Dr. Bianchi wird eine ausführlichere Darlegung dieses Gegenstandes demnächst in den mathematischen Annalen veröffentlichen.

Bei den ebenen Curven dritter Ordnung erinnere ich an die Existenz der vier Wendepunctsdreiecke und an die Normalform, die man, nach Hesse, erhält, wenn man eins der Wendedreiecke als Coordinatendreieck zu Grunde legt. Bekanntlich lautet die letztere:

$$(2) \qquad x_0^3 + x_1^3 + x_2^3 + 6\,a\,x_0\,x_1\,x_2 = 0.$$

Alles, was ich hier hinzufüge, ist, dass die hier vorkommende Constante a für das an der Curve dritter Ordnung hinerstreckte Integral die Tetraederirrationalität ist. In der That, man vergleiche die Formel, die etwa in Lindemann's Vorlesungen von Clebsch pag. 569 für den Zusammenhang der Grösse a mit der absoluten Invariante $\frac{S^3}{T^2}$ gegeben ist; mit der Gestalt, die ich in den mathematischen Annalen XIV, p. 154 der Tetraedergleichung ertheilte. Trägt man der Verschiedenheit der angewandten Bezeichnung Rechnung, so sieht man, dass beide Gleichungen genau übereinstimmen.

Man bilde jetzt das zur Curve (2) gehörige Integral. Dasselbe kann folgende einfache Form annehmen:

$$(3) \qquad \int \frac{x_1\,dx_0 - x_0\,dx_1}{x_2^2 + 2\,a\,x_0\,x_1},$$

oder auch eine der beiden anderen Formen, die aus dieser durch cyclische Vertauschung der $x_0$, $x_1$, $x_2$ entstehen. Hier haben wir nun, was ich als Normalform dritter Stufe bezeichne. Die in (3) vorkommenden Variablen sind durch die Gleichung (2) verknüpft; aber in beiden Ausdrücken, (2) und (3), kommt nur eine Constante (ein Modul) vor: die Tetraederirrationalität.

Bei der Normalform fünfter Stufe musste Herr Dr. Bianchi mit der in (1) enthaltenen transcendenten Definition beginnen, da ja die algebraische Definition der Curve erst zu finden ist. Uebrigens erkennt man sofort, dass die Curve fünfter Stufe, den 9 Wendepuncten der Curve dritter Ordnung entsprechend, 25 singuläre Puncte besitzt, in denen je eine Ebene fünfpunctig schneidet. Diese fünf und zwanzig Puncte liegen sehr oft zu je 5 in einer Ebene, und aus diesen Ebenen lassen sich, den vier Wendedreiecken der ebenen Curve dritter Ordnung entsprechend, insbesondere sechs ausgezeichnete Pentaeder zusammensetzen. Legt man eins derselben als Coordinatenpentaeder zu Grunde, so erhält unsere Curve, nach kurzen Zwischenüberlegungen, schliesslich folgende fünf Gleichungen:

$$(4)\quad \begin{cases} \varphi_0 = x_0^2 + a\,x_2\,x_3 - \frac{1}{a}\,x_1\,x_4 = o, \\ \varphi_1 = x_1^2 + a\,x_3\,x_4 - \frac{1}{a}\,x_2\,x_0 = o, \\ \varphi_2 = x_2^2 + a\,x_4\,x_0 - \frac{1}{a}\,x_3\,x_1 = o, \\ \varphi_3 = x_3^2 + a\,x_0\,x_1 - \frac{1}{a}\,x_4\,x_2 = o, \\ \varphi_4 = x_4^2 + a\,x_1\,x_2 - \frac{1}{a}\,x_0\,x_3 = o. \end{cases}$$

Hier kommt wieder nur eine Constante a vor und diese Constante a erweist sich als identisch mit der Ikosaederirrationalität, wie ich sie immer verwandt habe.

Um jetzt das Integral fünfter Stufe aufzustellen, haben wir uns nur noch Rechenschaft zu geben, welche Curve dritter Ordnung irgend drei der Flächen $\varphi$ (4) noch ausser der von uns in Betracht zu ziehenden Curve fünfter Ordnung gemein haben. Man findet, dass diess eine ebene Curve ist, die z. B. für die drei Flächen $\varphi_0$, $\varphi_1$, $\varphi_2$ in der

Ebene $x_1 = o$ enthalten ist. Hiernach hat man für das an der Curve hinerstreckte Integral nach bekannten Regeln (vergl. Nöther, Mathematische Annalen XIII, p. 510), unter $u_x$, $v_x$ irgend zwei lineare Ausdrücke, unter C eine willkürliche Constante verstanden:

$$(5) \quad C \int \frac{(v_x\, du_x - u_x\, dv_x) \,.\, x_1}{|\varphi_0\, \varphi_1\, \varphi_2\, u_x\, v_x|}.$$

Der im Nenner stehende Ausdruck bedeutet dabei die Functionaldeterminante der hingeschriebenen Functionen.

Die so gewonnene Formel lässt sich aber noch in doppelter Weise vereinfachen. Einmal kann man, wie selbstverständlich, die linearen Ausdrücke $u_x$, $v_x$ beliebig specialisiren und also z. B. mit irgend zwei der x zusammenfallen lassen. Dann aber gelingt es, vermöge der Gleichungen $\varphi = o$, die im Nenner stehende Functionaldeterminante durch das $x_1$ des Zählers zu dividiren (wie diess a priori aus dem Abel'schen Theoreme erschlossen werden kann). Man erhält so schliesslich, wenn man noch die Constante C benutzt, um unnöthige Factoren zu entfernen, zehn unter sich gleichwerthige einfachste Schreibweisen für unser Integral. Zwei derselben sind diese:

$$(6) \quad \int \frac{x_1\, dx_0 - x_0\, dx_1}{5\,a^3\, x_2\, x_4 - (2\,a^3 + 1)\, x_0\, x_1}$$

$$= \int \frac{x_2\, dx_0 - x_0\, dx_2}{5\,a^2\, x_3\, x_4 - (2 - a^5)\, x_0\, x_2},$$

und die übrigen acht ergeben sich aus diesen zwei durch cyclische Vertauschung der x.

---

Herr C. W. Gümbel hält einen Vortrag:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

## VII.

### Erster Abschnitt.

### Die Gebirge am Comer- und Luganer-See.

Der geognostische Streifzug, auf welchem ich durch die Bergamasker Alpen[1]) wanderte, hatte mich westwärts bis zum Val Seriana geführt und gezeigt, dass die Pflanzenreste-führenden Gebilde von Collio (Collioschichten), welche dem Rothliegenden gleichgestellt werden, und die zunächst höheren und jüngeren rothen Sandsteine, welche den Grödener Schichten entsprechen und der tiefsten Trias angehören, zwar benachbart, aber stets genetisch gesondert, oft sogar auch innerhalb verschiedener getrennter Verbreitungsgebiete entwickelt, westwärts bis Fiume nero fortsetzen. Leider vermissen wir hier in den Lagen des rothen Sandsteins die Pflanzenreste, durch welche in den mehr östlichen Gebirgstheilen, in Südtirol und bei Recoaro, diese Sandsteinbildung ausgezeichnet ist. Dadurch sind wir der

1) Vergleiche: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen VI, Streifzug durch die Bergamasker Alpen in den Sitz.-Ber. d. Acad. d. Wiss. in München 1880, 2. Math.-phys. Cl. S. 164.

Möglichkeit beraubt, die Bergamasker Sandsteinbildungen bestimmter mit einzelnen Lagen der Grödener Schichten in Vergleich zu ziehen, wenn auch ihre petrographische Beschaffenheit und ihre ununterbrochene Verbindung mit den versteinerungsreicher Seisser Schichten keinen Zweifel über die Gleichalterigkeit beider Bildungen in Südtirol und den Bergamasker Alpen aufkommen lassen.

Auch in dem zunächst westlich an das Gebiet des Val Seriana angeschlossenen Gebirge der Val Brembana sind bis jetzt Erfunde deutlicher Pflanzenreste in den älteren Sandsteinschichten nicht bekannt geworden. Denn Escher's Angaben[2]) von *Calamites*-haltigen Sandsteinschiefer S. bei Pellegrino und von Schichten mit (?) *Taeniopteris marantacea* Stnb. (nach Heer's Bestimmung) am Col di Zambla gegen Oneta hin beziehen sich sicher auf jüngere Triasglieder, welche hier zunächst nicht in Betracht kommen. Um so bedeutungsvoller ist das durch Escher's und P. Merian's Untersuchungen nachgewiesene Vorkommen von Pflanzenresten aus den tieferen Sandsteinschichten in dem Gebirge östlich vom Comer See zwischen Bellano und Regoledo, welche Heer als *Voltzia heterophylla* Brogn. und *Aethophyllum speciosum* Schimp., zwei charakteristische Arten des Buntsandsteins, bestimmt hat.[3]) Noch weiter westwärts waren seit längerer Zeit in dem groben grauen Sandstein von Manno NW. von Lugano Pflanzenreste bekannt, welche nach den neuesten Bestimmungen von Heer[4]) unzweideutig die ächte Steinkohlenformation anzeigen. Auch werden aus dem Steinbruche im rothen Sandstein am Fusse des Monte

---

2) Geolog. Bem. ü. d. n. Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden in: Mem. d. l. Soc. helv. d. sc. nat. A. XIII. 1853 p. 104 u. 108.

3) Daselbst. S: 98; 130 u. 131.

4) Flora foss. Helvetiae, p. 41. 42—47 und Urwelt der Schweiz II. Aufl. S. 14.

36*

Salvatore bei Lugano mehrfach Pflanzenreste erwähnt, die alle Beachtung verdienen.

Diese Verhältnisse bestimmten mich, meine bis zu dem Thale des Serio westwärts fortgeführte Untersuchung der Pflanzenreste-führenden älteren Sandsteinbildungen zunächst wieder am Comer- und Luganer See aufzugreifen. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse in diesem allerdings schon vielfach und ausführlich geologisch geschilderten Gebiete scheinen mir zu einigen neuen Feststellungen geführt zu haben, welche, wenn sie auch nur kleine Beiträge zur weiteren Kenntniss dieser Gegenden an die Hand geben, doch dazu dienen können, bei der bis jetzt noch keineswegs zum Abschlusse gekommenen geologischen Erforschung dieser höchst interessanten Gebiete benützt zu werden.

Ein Blick auf die zahlreichen, bisher über diese Gegenden publicirten geologischen Karten von einer der ältesten, der Brunner'schen an bis zu der erst jüngst erschienenen Spreafico-Taramelli'schen gerechnet, genügt, um an der Verschiedenartigkeit der Auffassung der Gebirgsverhältnisse und deren Darstellung einen Maassstab zu gewinnen, wie Vielfaches hier noch klar zu stellen sei. Ich beziehe mich beispielsweise nur auf die Porphyre von Lugano, die von Brunner[5]) in rothe und schwarze kartographisch ausgeschieden, von Negri und Spreafico[6]) wie von Catullo[7]) wieder vereinigt, endlich von Taramelli aufs neue geschieden dargestellt worden. Aehnliche Differenzen herrschen in der Darstellung der zahlreichen dolomitischen Gesteine, welche z. B. östlich vom Comer See von Catullo ziemlich richtig in eine untere (Esinokalk und Dolomit) und eine obere (Hauptdolomit) Stufe getrennt, auf der Taramelli'schen

5) Aperçu géol. d. environs du lac de Lugano in der Denkschr. d. Schweizer: Ges. d. Natur: XII. 1852.

6) Mem. dell' l'Istituto Lombardo 1869.

7) Geologia applicata delle prov. Lombarde 1877.

Karte trotz der maassgebenden Arbeit von Benecke[8]) in bedauerlicher Weise wieder zusammen geworfen werden, nachdem selbst in der älteren Stoppani'schen[9]) Darstellung hier längst schon der Versuch einer naturgemässen Ausscheidung verschiedener Formationsglieder gemacht worden war. Völlig unentwirrbar sind endlich die Angaben bezüglich derjenigen Gebilde, welche man der carboninischen, postcarbonischen (permischen) Formation und dem sog. Verrucano zugewiesen hat. Man begegnet hier dem unzweifelhaft krystallinischen Schiefer bis herauf zu dem rothen Sandstein, der mit dem Bergamasker Servino und den Südtiroler Seisser Schichten aufs engste verbunden denn doch wohl unbestritten dem Buntsandstein entspricht. Doch sind dies nur Andeutungen über die Abweichungen in kartistischen Darstellungen. Nimmt man nun noch die verschiedenen Schilderungen in zahlreichen sonstigen Publikationen hinzu, so tritt uns das Chaos sich widersprechender Meinungen nur um so verwirrenderer entgegen und lässt das Bedürfniss einer gründlichen, von einem über weitere und ausgedehntere Gebiete der Alpen blickenden Standpunkte ausgehenden Revision sehr wünschenswerth erscheinen. Vielleicht gelingt es mir im folgenden hierzu einen kleinen Beitrag zu liefern.

### I. Val Sassina und das Gebirge zwischen Bellano und Introbbio.

Beginnen wir unsere Untersuchungen in dem östlich vom Comer See liegenden Gebiete, so möchten sich keine Aufschlüsse besser zur Orientirung eignen, als diejenige, welche bereits von Escher und Benecke in so vorzüglicher Weise geschildert worden sind.

Wenn man von Bellano aus dem wahrscheinlich auch von Escher nnd Merian begangenen Weg nach dem

---

8) Ueber die Umgebungen von Esino 1876.

9) Palaeontologie Lombarde I, Les Petrefications d'Esino 1858—1860.

Bade Regoledo folgt, so stellen sich uns zunächst am Fusse des steilansteigenden Gehänges jene unzweifelhaft den krystallinischen Schiefern zuzuzählenden Gesteine entgegen, welche wegen ihres Glimmer-artigen Schimmers früher als Glimmerschiefer, neuerdings mehrfach als Casanna- oder Sericitschiefer angesprochen wurden. Es sind jene Schiefer, die am Südrande der Alpen eine grossartige Verbreitung gewinnen und längs einer grossen Strecke auch von der Gotthardsbahn selbst bis Lugano aufgeschlossen worden sind. Die Zwischenlagen von quarzitischen und gneissartigen Schichten, welche öfters wiederkehren, scheinen eine gewisse Unsicherheit in der Auffassung dieses Gesteins veranlasst zu haben, so dass sie theils dem ältesten krystallinischen Schiefer zugewiesen, theils aber sogar als Stellvertreter der Carbonformation angesehen wurden. So lässt Catullo auf seiner Karte das Gebiet N. von Val Sassina und den Fuss am Südrande dieses Thals aus Glimmerquarzit bestehen und rechnet den südlich sich anschliessenden Quarzitschiefer zum permischen Conglomerat und Sandstein, während die Spreafico-Taramelli'sche Karte hier nur Glimmerschiefer und Verrucano anzeigt, weiter westwärts aber ganz dasselbe Gestein als Casannaschiefer bezeichnet.

Man kann nun allerdings zwischen der Richtigkeit der Bezeichnung als Glimmerschiefer oder als glimmerigen Phyllit schwanken, aber das scheint denn doch keinem Zweifel zu unterliegen, dass wir es mit einem typischen krystallinischen Schiefer einer jüngeren Formation der archäolithen Periode zu thun haben.

Mit diesem krystallinischen Schiefer steht auf einem beträchtlich langen Strich ostwärts hin am Südgehänge des Val Sassina ein gneissartiger Quarzit in direkter Verbindung, so dass er nur als eine Einlagerung in ersterem anzusehen ist. Die Catullo'sche Karte giebt dieses Gestein bis über Taceno und bis zum Mt. Biandino hinaus als permische

Schichten an. Das Gestein ist aber nach mehreren untersuchten Dünnschliffen sowohl aus den Lagen näher gegen Bellano, wo es noch hoch oben an dem Fusssteig von Ghesazio nach Parlasco in einem mit einem Kreuz bezeichneten Bergkopf ansteht, und in St. 10 mit 40° nach NW. einfällt, als auch aus der Nähe von Parlasco und Taceno unzweifelhaft Quarzit mit nur sehr spärlichen Feldspathbeimengungen und reichlichen Glimmerblättchen. Der weit vorherrschende Quarz besitzt ganz die Art des im Gneiss vorkommenden und bildet theils langgestreckte zackige Streifen von gleichartiger Beschaffenheit mit Blasenhohlräumen und eingewachsenen kleinen Kryställchen meist Glimmerschüppchen, theils körnige Häufchen, welche i. p. L. Aggregatfarben zeigen. Von einer Abrundung der eckigen Umrissen der Quarzsubstanz, wie sich solche in den Sandsteinen, Grauwacken und tuffigen quarzigen Sedimentbildungen finden, ist hier keine Spur zu sehen. Auch die spärlich beigemengten Feldspaththeilchen tragen ganz den Charakter des ursprünglichen Eingewachsenseins in das Gestein, sie bilden eckige Körnchen und ziemlich scharf umgrenzte Krystalle. Mit Ausnahme trüber, zersetzter feldspathiger Substanzen gehören fast alle übrigen Feldspathbeimengungen Plagioklasen an, welche i. p. L. die Streifung auf's deutlichste erkennen lassen; Orthoklas in frischem Zustande wird nur selten wahrgenommen. Diese gneissartigen Quarzite erreichen namentlich bei Taceno-Crandola eine grössere Ausdehnung und bilden fast ununterbrochen von der Strasse bei Bellano bis Introbbio unmittelbar das Liegende der darauf aufgelagerten vorherrschend roth gefärbten Conglomerate, Sandsteine und Lettenschiefer.

Am Ansteig von Bellano nach Regoledo findet sich zunächst am Gebirgsfusse der glimmerig glänzende Schiefer und höher in gleichförmiger Lagerung dieses Quarzitgestein. Hier beginnt nun die Ablagerung der rothen Schichten über

diesem Quarzite nicht mit einer Conglomeratbildung, sondern es sind ziemlich weiche, graue und rothe, sandige Lettenschichten, welche die jüngere Reihe einleiten; erst höher folgen dann reichlich grobe und feinere Conglomeratbänke wechselnd mit buntgefärbten Sandsteinlagen, intensiv rothem Letten und grauem mergeligschiefrigem Gestein, welche die obere Region beherrschen. In den relativ höheren Lagen dieser Schichtenreihe nun ist es, in welchen sich näher gegen Regoledo hin zahlreiche, aber meist undeutliche Pflanzenreste einstellen; es ist dies das Lager, in welchem Escher[10]) und Merian *Voltzia heterophylla* und *Aethophyllum speciosum* auffanden. Obgleich ich hier wegen des Fehlens der so charakteristischen Bellerophonkalklage oder des stellvertretenden blasigen gelben Dolomits einen ganz sicheren Vergleich mit den Pflanzenschichten von Recoaro oder Neumarkt nicht ziehen möchte, so macht doch die ganze Art der Ablagerung und des Vorkommens der Pflanzenreste den Eindruck auf mich, als ob diese Lagen bei Regoledo und Recoaro nahezu auf gleichem geologischem Horizonte lägen und dies umsomehr, als auch auf den Höhen vor Regoledo ein zwar versteinerungsleerer, aber petrographisch doch absolut gleicher grünlich grauer harter Mergel — Seisser Schichten — nahe im Hangenden der Pflanzenschichten sich einstellt, wie im Osten. Wer weiss, wie dürftig der Erhaltungszustand der eingeschlossenen Pflanzenresten ist, wird an dieser Parallele sicher keinen Anstoss desshalb finden, weil Heer aus den Regoledolagen *Voltzia heterophylla* und *Aethophyllum speciosum* bestimmt hat. Denn die Arten aus den Recoaro-Fünfkirchen-Schichten[11]), die *Voltzia hungaria*, *V. hexagona*, *Ullmannia* u. s. w., stehen obigen Formen[12]) so nahe, dass

10) A. A. O. Geol. Bem. ü. d. n. Vorarlberg etc.

11) Ueber die permischen Pflanzen von Fünfkirchen von Heer V. Bd. d. Mitth.: aus d. Jahrb. d. ungar. geol. Anstalt 1876.

12) Taf. VIII der Abhandlung Escher's: Geolog. Bemerk. über das N. Vorarlberg etc. 1853.

bei so dürftigem Erhaltungszustande, welcher eine sichere Bestimmung äusserst schwierig macht, hier wohl leicht gleiche Arten vorliegen könnten.

Greifen wir aber zur Frage zurück, ob aus diesem tiefsten Schichtencomplex eine Reihe grober Conglomerate, die allerdings die grösste Aehnlichkeit mit ausseralpinem Rothliegenden namentlich durch die zahlreichen Einschlüsse von Porphyrrollstücken erkennen lassen, und daher schon seit v. Buch's Besuch dieser Gegenden von diesem und von Anderen wiederholt dem Rothliegenden zugezählt worden sind, wirklich der postcarbonischen Formation zugewiesen werden dürfe, so vermag ich hiefür in Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse, wie wir solche bei Collio und Fiume nero nachgewiesen haben, keinen stichhaltigen Grund zu erkennen. Diese Conglomerate am Rande des Val Sassina haben durchaus nichts zu schaffen mit den Gebilden, welche bei Collio dem Rothliegenden gleichstehen, sondern gleichen genau den Conglomeraten, welche auch im Bergamasker Gebirge oft getrennt von den Collioschichten sich den feinen rothen Sandsteinbänken sehr eng anschliessen und den Grödener Conglomeraten entsprechen. Am Ostrande des Comer See's fehlt jede Spur jener Ablagerungen, welche den Collioschichten gleichgestellt werden könnten. Es darf hiebei daran erinnert werden, dass an vielen Stellen in- und ausserhalb der Alpen, da wo der Buntsandstein unmittelbar auf quarzreichem krystallinischem Gestein aufgelagert ist, seine tiefsten Bänke durch ein grobes Conglomerat ausgezeichnet sind und wo Porphyr die Unterlage ausmacht, wie bei Botzen, die Grödener Schichten mit mächtigen Porphyrconglomeraten beginnen. Allerdings muss es auffallen, dass am Comer See und seine Umgebung die Conglomerate so zahlreiche Porphyrgeschiebe enthalten, wie z. B. bei Introbbio, wo im Eingang der Acqua duro-Schlucht mächtige Conglomerate

fast ausschliesslich aus Porphyrrollstücken bestehen. Es treten zwar am Luganer See und weiter westwärts grosse Porphyrmassen zu Tag, sie gewinnen aber nicht die Ausbreitung, wie jene bei Botzen und scheinen mir durchaus nicht genügend, um alles Porphyrmaterial, welches wir hier in diesem Gebirgszug zur Conglomeratbildung verwendet stehen, liefern zu können. Dies geht noch unzweideutiger aus der Untersuchung zahlreicher Porphyrrollstücke der Conglomerate des Val Sassina hervor, deren Porphyr durchaus verschieden ist von jenen allerdings zahlreichen Varietäten der Luganer Gegend; letztere sind sehr charakteristisch entweder intensiv roth oder schwärzlich gefärbt, während ersterer sich mehr dem mittelfarbigen röthlichen oder graulichen Typus des Botzener Gebiets anschliesst. Es sind, soweit meine Beobachtungen an Dünnschliffen reichen, in diesen Rollstücken durchweg Quarz-führende Felsitporphyre vertreten, mit felsitiger, bald fein krystallinischer, bald noch halb glasiger Grundmasse und Fluidalstreifchen, reich an Orthoklas, arm an Plagioklaseinschlüssen und spärlich mit Glimmerblättchen versehen, deren Substanz wie meist auch der Orthoklas der Zersetzung anheimgefallen ist. Um diese enorme Betheiligung von Porphyrfragmenten an der Zusammensetzung unserer Conglomerate erklären zu können, bleibt nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass, ehe die Ablagerung der Grödener Conglomerate, wie wir unsere Lagen auch am Comer See nennen wollen, stattfand, mächtige Stöcke von Porphyr vor dem Rande der aus krystallinischen Gestein bestehenden Centralalpen ausgebreitet gewesen sein mussten, durch dessen Zerstörung das Rollmaterial für die Bildung der Conglomerate beschafft werden konnte. Vielleicht liegt ein Theil dieses Porphyrs von jüngeren Bildungen bedeckt im Untergrunde der mächtigen jüngeren Vorberge verborgen.

In unserem Profil von Bellano nach Regoledo folgen auf die grünlich grauen harten Mergelbänke, die z. Th. noch

mit rothen und gelben, oft sandig dolomitischen Lagen wechseln, und den Seisser mit Campiler Schichten in Gesteinsbeschaffenheit und relativer Stellung völlig gleich stehen, dunkelgraue bis schwärzliche Dolomite von nicht beträchtlicher Mächtigkeit. Trotz der dem Erkennen organischer Einschlüsse so hinderlichen, krystallinisch körnigen Ausbildung dieses Dolomits sieht man gleich wohl häufig *Crinoideen*, welche den Habitus von *Encrinus liliiformis* besitzen, Durchschnitte von *Brachiopoden*, *Gasteropoden* und selbst von *Cephalopoden*, ohne dass es mir jedoch gelang, aus dem bröcklich zerspringenden Gestein sicher Bestimmbares heraus zu schlagen. Wir werden später den Nachweis liefern, dass wir es hier mit einer dolomitischen Facies des unteren Muschelkalks zu thun haben, welche in dieser Eigenthümlichkeit eine weite Verbreitung westwärts gewinnt. Es dürfte dies in Escher's Profil (a. a. O.) der Schicht Nr. 18 entsprechen, während Nr. 16 dem graugrünen Seisser Mergel sich gleich stellen würde. Dieser graue, zuweilen Hornsteinconcretionen-führende Dolomit geht aufwärts rasch in den intensiv schwarzen plattigen dichten Kalkstein über, der als Marmor von Varenna bekannt uns später noch ausführlicher beschäftigen wird.

Halten wir dieses Höhenprofil mit jenem an der Strasse von Bellano nach Varenna zusammen, welches nach voraus gegangenem Regen staubfrei, mir einen ganz vorzüglichen Aufschluss gab, so gewinnen wir einen ziemlich vollständigen Einblick in die Zusammensetzung dieser älteren Sedimentgebilde über dem krystallinischen Gebirge, wie uns denselben bereits Escher in so klarer Darstellung eröffnet hat. Nach meiner Auffassung der Verhältnisse können wir hier unterscheiden:

A. Im Hangenden: schwarzer Varenna Kalk.

B. Darunter folgt bei einem ziemlich regelmässigen,

nach St. 3—5 in SW. unter 50—60° gerichteten Einfallen der Schichten:

| | | |
|---|---|---|
| 1) grauer und schwärzlich grauer, krystallinisch körniger Muschelkalk-Dolomit mit *Crinoideen* und *Brachiopoden* | 120 m | mächtig |
| 2) einige schwache Lagen grauen, welligplattenförmigen kalkigen Dolomits . | 2 „ | „ |
| 3) weiche, leicht auswitternde, gelbliche (ursprünglich grünlich graue) Steinmergel mit gelben drusigen Dolomit und Rauhwacke — stellenweise wahrscheinlich Gyps-haltig . . . . . | 10 „ | „ |
| 4) intensiv rothen Lettenschiefer, wechselnd mit gelben und grünlichen Lagen | 5 „ | „ |
| 5) graugrüne, harte, spröde, an den Verwitterungsflächen gelbe Mergelschiefer, genau wie die Seisser Schichten bei Schilpario . . . . . . . . . . | 25 „ | „ |
| 6) graue, kalkig-mergelige, harte, dünngeschichtete Sandsteine mit eigenthümlichen linsenförmigen Einschlüssen schwarzen Kalks . . . . . . . . | 30 „ | „ |
| 7) graue, rothe, weissliche, meist dünngeschichtete Sandsteine mit thonigen Zwischenlagen, einzelne Lagen mit kohligen Beimengungen und Pflanzenresten. Auf den Schichtflächen zeigen sich Wülste, Wellenfurchen und wurmförmige Concretionen, wie von Bohrmuscheln — Pflanzenreste-führendes Lager — . . . . . . | 80 „ | „ |
| | 272 m | mächtig |

| | | |
|---|---|---|
| | Uebertrag | 272 m mächtig |
| 8) mächtige, rothe und grauliche Sandsteinlagen mit einzelnen Conglomeratstreifen | 100 „ | „ |
| 9) intensiv rothe Lettenschiefer | 2 „ | „ |
| 10) rothe, quarzreiche Conglomerate | 6 „ | „ |
| 11) graue und hellfarbige, intensiv rothe oder blassrothe Sandsteine, Lettenschiefer und Conglomeratbänke mit Porphyrrollstücken | 15 „ | „ |
| 12) grauliche Sandsteine und grossbrockige Conglomerate ohne Porphyrgeröll den Mannoschichten ähnlich und dieselbe wahrscheinlich vertretend | 10 „ | „ |
| zusammen | 405 m | mächtig. |

C. Im Liegenden: gneissartiger Quarzit und darunter glimmeriger Phyllit.

Dieser Complex von Schichten streicht nun nahezu parallel mit dem Val Sassina hoch oben an dessen Südrande von Bellano über C. Panighetto, M. del Portone, Parlasco, Corte nuova nach Introbbio, wo derselbe die Thalung der Pioverna durchschneidend nunmehr der Schlucht der Aequa duro folgend fast senkrecht zu der bisherigen Streichrichtung gegen den Pizzo dei tre Signori sich ins Gebiet der Val Brembana wendet. Es ist aus diesem Zuge, auf welchem die Gesteinsschichten meisten Theils vom Gehängeschutt überdeckt nur stellenweis entblösst sind, noch des Aufschlusses in dem tiefen Tobel zwischen M. del Portone und Parlasco besonders zu gedenken, in welchem wir die graugrünen Seisser Mergelgesteine, die Rauhwacke und die rothen Conglomerate mit constant SW. Einfallen sehr schön aufgeschlossen finden und aus den Geschieben des Baches entnehmen können, dass in regelmässiger Aufeinander-

folge auch hier die schwärzlichen Muschelkalkdolomite und die schwarzen Varenna Kalke höher am Gehänge durchstreichen. Auch mengen sich bereits sehr zahlreiche weisse und grauliche Esinokalkstücke bei, welche von dem höchsten Gebirgskamm dieses Gebiets, dem zum Mt. S. Defendente führenden Felsrücken zu entstammen scheinen. Erst auf der Südabdachung dieses Kalkriffs jedoch legen sich dann nach dem ausführlichen Nachweis Benecke's die Dossena-Raibler Mergel auf den Esinokalk des Sasso Mattolino — S. Defendente an und werden nur in Folge einer Verwerfung, die vom Taceno-Marano her streicht, an dem Passübergange zwischen S. Defendente und Sasso Mattolino auf die Nordabdachung eine kurze Strecke weit hinüber geschleppt.

Aus diesem liegenden Zuge sei noch des eigenthümlichen granitischen Gesteins gedacht, welchem man in überaus zahlreichen abgerollten Blöcken und Stücken in Val Sassina begegnet und welches mächtig entwickelt in dem Gebirge N. von Introbbio sich ausbreitet. Ein grosser Steinbruch zwischen Bindo und Controbbio gestattet einen tiefern Einblick in seine Verhältnisse. Catullo bezeichnet es auf seiner verdienstvollen Karte als Sd. d. h. Sienite dioritica.[13])

Dieses Gestein ist nach meiner Untersuchung der Dünnschliffe als ein feinkörniger, an braunem Glimmer reichen Granit zu bezeichnen, der neben Quarz, stark veränderten Orthoklas nur wenig Plagioklas und keinen weissen Glimmer enthält. Hornblende konnte ich in den von mir gesammelten Stücken nicht finden. Es kommt allerdings äusserst spärlich eine gräuliche nicht oder höchst schwach dichroistische Beimengung in kleinen, nicht scharf umgrenzten Einsprengungen vor, die wahrscheinlicher einem Augit als Amphibol angehören möchten. Spärliches Magnet- und etwas

---

13) Catullo erwähnt das Gestein kurz S. 416 f. Geologia della prov. Lombarde I. Bd.

Titaneisen nebst einzelne Apatitnädelchen gehören zur Reihe der accessorischen Beimengungen. Eigenthümlich ist, dass, trotz das Gestein äusserst frisch sich ansieht, seine feldspathigen und glimmerigen Theile eine bedeutende Umbildung erlitten haben. Dies geht daraus hervor, dass i. p. L. die Feldspathe nur auf feine Körnchen vertheilte Aggregatfarben zeigen, zwischen denen hie und da die Streifen des Plagioklas, als sei derselbe erst aus der Umbildung des Orthoklases hervorgegangen, sichtbar werden. Ebenso treten häufig zwischen den einzelnen Blättern des Glimmers weisse, offenbar sekundäre Ansiedelungen auf, die feldspathiger und quarziger Natur zu sein scheinen.

### 2. Die Fischschiefer von Perledo und der schwarze Kalk von Varenna.

Es ist bereits in den im Vorausgehenden geschilderten Profilen von Bellano nach Regoledo und an der Strasse von Bellano nach Varenna nachgewiesen, dass auf den dunklen Muschelkalkdolomit unmittelbar die Reihe der dünnbankigen, dichten, intensiv schwarzen Kalke aufliegt, welche unter dem Namen des schwarzen Marmors von Varenna in der Technik bekannt, häufig von weissen Kalkspathadern durchzogen sind, und desshalb zur Herstellung von Monumenten sich besonders eignen. Sie begleiten uns auf der Hauptstrasse bis Varenna und reichen an den Gehängen, welche östlich von dem Ufer des Comer See's gegen Regoledo, Bologna und Perledo sehr steil aufsteigen, auf beträchtliche Höhe empor, so dass man diese Bildung als eine sehr mächtige anzunehmen versucht werden könnte. Dem ist jedoch nicht so. Die meist in dünnen Bänken, oft sogar in schieferartige Platten ausgebildete Kalke, mit zahlreichen mergeligen Zwischenlagen wechsellagernd und auf den Schichtflächen stets von einer oft glänzenden thonigen Rinde gleichsam überzogen sind hier am Rande des Sees in einer

erstaunlichen Weise stark zusammengefaltet, in mächtigen Bögen gewölbt, zickzackförmig gewunden und überschoben, so dass dieselbe Schichtenlage in Folge der enormen Faltung öfters an die Oberfläche tritt und es dadurch den Schein gewinnt, als habe diese Bildung eine beträchtliche Mächtigkeit, die ich freilich nur schätzweise im Ganzen zu etwa 120 m veranschlage. Das Gestein ist ausserordentlich arm an Versteinerungen und es haben sich ausser den berühmten Posidonomya Moussoni Mer. bis jetzt kaum mehr als dürftige Spuren anderer organischer Ueberreste darin entdecken lassen. Ueber das Vorkommen dieser Muschel hat Benecke sehr ausführlich berichtet; sie scheint übrigens ausserordentlich verbreitet zu sein, indem ich sie bei meiner nur flüchtigen Begehung des Gebiets ausserdem noch an zwei Orten antraf. Mag dieselbe nun mit der Form identisch sein, welche im mitteldeutschen Muschelkalk vorkommt, wie Sandberger annimmt, oder derselben nur sehr nahestehen, wie v. Mojsisovics zu zeigen sucht, so viel ist im Zusammenhange mit der Lagerung aus ihrem Vorkommen jedenfalls zu folgern, dass diese Kalksteinbildung unmittelbar dem Muschelkalk sich anreiht. Nimmt man hinzu, dass die ihm gleichförmig auflagernden, petrographisch sehr ähnlichen mehr schiefrigen, dünnschichtigen und thonigen Fischschiefer von Perledo abgesehen von ihren Einschlüssen an Resten höherer Thiere Posidonomya Wengensis (oberhalb Regoledo) und Bactryllien wie in den Partnachschichten enthalten, also den Wengener Schichten zuzuzählen sind, so scheint die Zuziehung der schwarzen Kalke von Varenna zur Muschelkalkformation wohl gerechtfertigt. Es verdient dabei bemerkt zu werden, dass in den oberen Grenzlagen gegen die Perledoschiefer oft Hornsteinknollen vorkommen, wodurch diese Lagen eine gewisse Analogie mit dem Buchenstein-Kalke gewinnen. Stellenweis nimmt der schwarze Kalk des

Comer See's ganz das Aussehen jenes Gesteins in den Bergamasker Alpen, im Gebirgsstocke des Ortler und in Bündten an, welche ich unter der Bezeichnung Ortlerkalk als dem Muschelkalk angehörig in der vorangehenden Mittheilung nachgewiesen habe. Beide sind Faciesbildungen derselben geologischen Stufe der Muschelkalkformation.

Die überaus grossartigen Biegungen und Zusammenfaltungen dieser Kalkschichten oft in Krümmungen von nur wenigen Meter Radius bieten neben der tiefschwarzen Farbe der Hauptmasse des Gesteins und der grell abstechenden Durchäderung von weissen Kalkspath an der so leicht zugänglichen Hauptstrasse von Varenna nach Bellano eine eben so bequeme wie lehrreiche Gelegenheit, um über die Folgen und Wirkungen dieser engsten Zusammenpressungen bereits festgewordener mächtiger Kalksteinlagen die ergiebigsten Studien zu machen. Diese Aufschlüsse verdienen vor Allem die Beachtung Jener, welche über diese Verhältnisse thatsächliche Nachweise suchen. Ich werde desshalb später noch einmal darauf zurückkommen, glaube aber vorerst die weitere Schichtenfolge darlegen zu sollen.

Die sorgfältige Begehung des ganzen Gebiets von Varenna, Perledo, Bologna, Ghesazio, Regoledo, Gittana und Parlasco hat mich überzeugt, dass trotz der grossartigen Biegungen der schwarzen Kalke dieselben doch constant von gleichförmig dünnbankigen, allerdings ähnlich aussehenden, aber doch constant schiefrigen Kalkmergel- und Kalkschichten bedeckt werden. Es sind dies die oft in grossen dünnen Platten gewinnbaren Schiefer von Perledo, welche wegen ihres relativen Reichthums an Saurier- und Fischresten grosse Berühmtheit erlangt haben und unter dem Namen Fischschiefer von Perledo bekannt sind. Ich fand sie in dem vom Esinothal nahe unterhalb der Mühle aufsteigenden Wasserriss oberhalb Per-

ledo direkt auf dem schwarzen Kalk auflagernd, beide gleichförmig in St. 6 mit 43° nach W. einfallend. An diesem Wasserriss liegt auch ein Plattenbruch, in dem ich einige Fragmente von Fischversteinerungen fand. Indem man dann den Weg nach Esino weiter verfolgt, gelangt man, wie dies Benecke bereits anführt, bald zu der Grenze gegen einen unmittelbar gleichförmig auflagernden Dolomit, der allerdings einige petrographische Aehnlichkeit mit Hauptdolomit hat, aber im Ganzen doch deutlicher dolomitisch (d. h. fein krystallinisch) sich darstellt, als der letztere. Bei aufmerksamer Beobachtung findet man ausserdem, dass diese Dolomite an Verwitterungsflächen eine charakteristische Eigenthümlichkeit erkennen lassen, die dem Hauptdolomit fehlt; es zeigen sich nämlich parallel mit den Schichtungsflächen wechselnd pulverigstaubige, gelbe Auswitterungsstreifen und fast nicht verwitterte festere Lagen von mehr kalkiger Beschaffenheit. Die mehlartig pulverigen Verwitterungstheile bilden dabei oft nicht fortlaufende geschlossene Lagen, sondern sind zuweilen unterbrochen, treten nur putzenförmig hervor und verlieren sich allmählig in die festeren Lagen. Dies nimmt in dem Maasse ab, als das Gestein kalkiger und dichter wird und in den typischen Esinokalk übergeht, wie es sich sehr deutlich bei weiterem Verfolgen des Ansteigens gegen Esino beobachten lässt. Für mich ist es gar nicht zweifelhaft, dass dieser Dolomit, der wohl öfter mit Hauptdolomit verwechselt worden sein mag, eine untere Region des Esinokalks ausmacht und diesem ebenso zugezählt werden muss, wie in den Südtiroler Alpen der Schlerndolomit, in den Nordalpen der Zugspitzdolomit dem Wettersteinkalk, welchem ja der Esinokalk auf's genaueste seiner Lager und seinem Alter nach entspricht. Dieses Zusammenfassen des Dolomits, den wir kurz Esino-Dolomit nennen wollen, mit dem in der Regel die höheren Lagen einnehmenden Esinokalk findet eine Bestätigung in

dem Umstande, dass ich in dem Dolomit so gut, wie im Kalke die charakteristische *Gyroporella annulata* in dem oben genannten Profile aufgefunden haben. Auch lässt sich der allmählige Uebergang der dolomitischen tiefen Schichten in die oberen kalkigen an mehreren Punkten deutlich beobachten.

Diese Fischschiefer von Perledo liegen also unzweifelhaft über dem schwarzen Varenna-Kalk und unter dem weissen Dolomit des Esinokalks. Wie schon erwähnt wurde, fanden sich nun an mehren Stellen *Bactryllien* und oberhalb des Dorfes Regoledo sehr zahlreich *Posidonomya Wengensis*, welche für eine Parallelstellung dieser Schiefer mit den Wengener Schichten sprechen. Damit stimmten auch die Lagerungsverhältnisse vollkommen überein.

Es ist allerdings schwierig, bei dieser Schichtenreihe eine strenge Grenze zwischen dem Varennakalk und den Perledo-Schiefer zu ziehen. Doch besteht zwischen beiden auch nach ihrer Zusammensetzung ein nicht unbeträchtlicher Unterschied, wenigstens zwischen den Kalklagen mit *Posidonomya Moussoni* und den Fischreste-führendem Schiefer von Perledo, wie nachfolgende Analyse erkennen lässt.

Mit schwachen Chlorwasserstoff behandelt liefern

| | die schwarzen Varennerkalke | die Fischschiefer von Perledo |
|---|---|---|
| kohlensauere Kalkerde . . . | 83,87 | . . . . 50,26 |
| „ Bitterde . . . | 5,68 | . . . . 26,49 |
| „ Eisenoxydul . . | 2,53 | . . . . 1,62 |
| Spuren v. Thonerde u. Kieselerde | | . . . . |
| Schwefelsäure u. Phosphorsäure | — | . . . . — |
| Ungelöst bleibt | | |
| Thon . . . . . | 7,21 | . . . . 21,35 |
| Kohlige Theile . . | 0,71 | . . . . 0,28 |
| | 100,00 | 100,00 |

Der in verdünnter Chlorwasserstoffsäure unlösliche Rückstand besteht aus

| | bei dem Varennakalk | bei den Fischschiefern |
|---|---|---|
| Kieselsäure | 48,37 | 73,00 |
| Thonerde | 24,60 | 17,15 |
| Eisenoxydul | 8,93 | |
| Manganoxydul | Spur | Spur |
| Kalkerde | 0,20 | 0,18 |
| Bittererde | 0,35 | 0,14 |
| Phosphorsäure | Spur | Spur |
| Kali | 4,30 | 2,50 |
| Natron | 3,60 | 1,51 |
| Bitumen u. Wasser | 9,43 | 5,25 |
| | 99,78 | 99,73 |

Daraus geht hervor, dass der Varennakalk nur geringe Beimengungen von Bittererdecarbonat enthält, während der Fischschiefer von Perledo, wenn man den thonigen Rückstand in Abzug bringt, nahezu die Zusammensetzung eines normalen Dolomits besitzt; jener ist demnach ein ziemlich normaler Kalkstein, dieser ein Dolomitschiefer und zwar jener mit nur geringen Beimengungen von Thon, dieser dagegen besteht fast zu einem Viertheil aus thoniger kieseliger Substanz. Bemerkenswerth ist ausserdem der Unterschied in der Zusammensetzung des in verdünnter Salzsäure unlöslichen Rückstandes beider Gesteine. Der hohe Gehalt des Fischschiefers an Kieselsäure spricht für das Vorhandensein freien Quarzes, der im Varennakalk nicht angenommen werden kann und bei beiden scheint überdies die beträchtliche Menge von Kalium die Fruchtbarkeit der aus der Zersetzung dieser Gesteine hervorgehenden Vegetationserde wesentlich zu bedingen.

Was den weiteren Aufbau des Gebirgs bei Esino anbelangt, so theile ich ganz die Ansicht Benecke's. Es ist

nicht fraglich, dass über dem Esinokalk zunächst die weicheren Schichten von Dossena mit *Gervillia bipartita* als Stellvertreter der Raibeler Schichten aufruhen und auf diese erst der eigentliche Hauptdolomit folgt. In welcher Weise sich diese verschiedenen Gebilde an der Zusammensetzung des hohen Gebirgsstocks von Esino betheiligen, ist gleichwohl trotz des anscheinend einfachen Aufbaus noch nicht zureichend klar gelegt, da nicht blos mehrfache grossartige Schichtenbiegungen hier vorkommen, sondern auch beträchtliche Dislokationen sich bemerkbar machen. Daher kommt es auch, dass weiter südlich von Varenna die schwarzen Kalke nicht einfach untertauchen, um den Esinoschichten Platz zu machen, sondern dass sie auf eine grosse Strecke hin noch einmal zur Herrschaft gelangen und namentlich zwischen Alcio und Grumo-Lierna mit in St. 3 unter 45° nach NO gerichtetem Einfallen anstehen und die Basis bilden, auf welche höher am Gehänge der mächtige Stock von Esinoschichten aus dem Meriathal[14]) über Cima di Pelaggia und den prallen Gebirgskamm am Ostufer des Comer See's bis zur Capelleta bei Vezio sich aufbaut. Den zum Seeufer gewendeten Esinokalk fand ich anstehend dem von der Hauptstrasse abzweigenden Weg nach Mandello gegenüber, wo in demselben ein Versuchsbau behufs Gewinnung von Bleierzen und Blende angelegt ist, unter Verhältnissen, welche dem Bleierzvorkommen im Wettersteinkalk der Nordalpen und bei Bleiberg, Raibl etc. in Kärnthen vollständig entsprechen. Auch die Dossena-Raibler Schichten mit *Gervillia bipartita* fehlen hier am Seerande nicht. Indem sich nämlich der Esinokalk mit östlichem Einfallen zum Seeufer wendet, kommen die auflagernden weichen Mergellagen, die schon Escher[15]) oben

14) Ich bemerke, dass die Bewohner nicht Neria das Thal nennen, wie alle Karten es bezeichnen, sondern Meria, wie auch eine Strassentafel den Namen schreibt.

15) Geol. Bem. S. 97.

im Meriathale zwischen A. Calirazzo und A. Era (freilich als Muschelkalk) angiebt, nach und nach durch das Meriathal streichend gleichfalls dem Seeufer näher. Ich fand sie hier zwischen Linzanico und Borbino in der engen Schlucht der Val Gerona mächtig entwickelt und in hohen Wänden sehr gut entblösst. Sie bestehen hier aus sandigen, grün, roth und braun gefärbten Mergeln mit kalkigen Zwischenlagen und ihre Schichten fallen in St. 3 mit 4° nach NO ein, indem sie sich deutlich auf Esinokalk auflegen, welche weiter S. gegen Lecco zu wieder am Ufer des Sees zum Vorschein kommen. Spätere Bemerkungen werden an dieses Vorkommen wieder anknüpfen.

Zur orientirenden Uebersicht mag hier eine von West aufgenommene Gebirgsansicht beigegeben werden.

**Ansicht des Gebirgs bei Esino.**

N. St. Defendente Sasso Mattolino Umgegend von Esino Vezio S.

Bellano Regoledo Gittana Perledo Varenna

gl = glimmeriger Phyllit; q = Quarzit; b = Grödener Schichten (Buntsandstein); m = unt: Muschelkalk; v = Varennakalk; p = Perledo Schichten; e = Esino Schichten; d = Dossena-Raibler Schichten; dd = Hauptdolomit.

### 3. Das Gebiet von Introbbio bis Lecco.

Es ist bereits erwähnt worden, dass bei Introbbio im Eingange des Acquaduro-Thals zuerst eigenthümlicher dunkelfarbiger Phyllit und quarzitische Schichten zu Tage traten,

welche in St. 7 mit 70° nach SO. einfallen, während die grossbankigen, groben Porphyrconglomerate, welche unmittelbar auflagern, abweichend in St. 12 mit 45° nach S. einschliessen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der schwarze Dolomit, welcher in der Nähe der Ponte Chiuse auf der Strasse nach Lecco ansteht und seiner petrographischen Beschaffenheit nach, sowie wegen der nicht seltenen Einschlüsse von Eucriniten dem Muschelkalkdolomit von Regoledo entspricht, auch hier der Reihe der Conglomerate und rothen Sandsteinbänke folgt. Die hangenden Schichten an der Wegabzweigung gegen Barzio in der Nähe der genannten Ponte Chiuse sind ausgezeichnet plattig und zeigen nahezu gleichförmige Lagerung mit den Conglomeraten, indem sie in St. 12 steil mit 80° S. einfallen, während in den dunklen, allerdings undeutlich geschichteten Dolomit die Neigung mehr in St. 3 nach SW gerichtet zu sein scheint. Ueber diesen Platten zeigt sich ziemlich mächtig Rauhwacke. Das ganze Profil macht jedoch nicht den Eindruck, als ob diese Complexe sich hier in ihrer ursprünglichen Aufeinanderfolge fänden, sondern es scheint, als ob zwischen dunklem Dolomit und den Platten, sowie zwischen diesen und der Rauhwacke Verwerfungen stattgefunden hätten. Leider verhindert massenhafter Gehängeschutt die nähere Beobachtung dieser Verhältnisse, so dass man auf der Strasse nach Barzio nur vereinzelt noch ein merkwürdiges Auftauchen einer aus weichen mergeligen Schichten bestehenden Gesteinsreihe nahe über der Rauhwacke zu Gesicht zu bekommt. Die Mergel sind grünlich grau, röthlich und gelblich gefärbt, von tuffiger Beschaffenheit, enthalten kleine, rundliche, grüne Knöllchen und dürften wohl als Dossena-Raibler Schichten anzusprechen sein.

Erst wo die Strassenabzweigung nach Barzio wieder mit der Hauptstrasse Introbbio-Lecco sich vereinigt, beginnt auf's neue eine fortlaufend ansstehende Zone von Felsmassen,

welche aus graulichem, dünnbankigem, unendlich zerklüftetem Dolomit bestehen. Das Gestein macht gleich von vornherein den Eindruck von Hauptdolomit. In der That glückte es auch in den Felsen dem Dorfe Ballabio superiore gegenüber bei einander alle die charakteristischen Einschlüsse zu finden, welche den Hauptdolomit charakterisiren. Besonders häufig ist *Gyroporella vesiculifera* und *Trochus solitarius*, mehr vereinzelt *Avicula exilis* und jener flache *Megalodon*, dem die italienischen Geologen die Bezeichnung *Guembeli* beigelegt haben. Auch glückte es sogar *Dicerocardium*-Fragmente zu entdecken.

Nach diesem bedeutungsvollen Funde ist es nunmehr nicht mehr zweifelhaft, dass auch bei Esino der typische Hauptdolomit wesentlich an der Zusammensetzung dieser colossalen Gebirge betheiligt ist. Was die Lagerung dieses Hauptdolomits anbelangt, so beobachtete ich zuerst ein Einfallen etwa nach SW. bis gegen Casa del Pradella Chiesa. Von hier dagegen scheint die Strasseneintiefung einem Gewölbaufbruch zu folgen, indem westlich der Strasse die Schichten fortfahren, nach SW. einzufallen, im Osten dagegen nach SO. sich einsenken. Leider beginnt auch hier von der Wasserscheide abwärts Gehängeschicht das anstehende Gestein grossen Theils zu bedecken. Wählt man statt der Strasse den an hohem Gehänge hinführenden Fussweg, welcher in der Nähe unterhalb Ballabio inferiore von der Strasse abzweigt, so stösst man etwa Laorca gegenüber auf sehr beachtenswerthe Verhältnisse.

Die Gesteine sind leider nur hier und da dürftig entblösst und lassen einen klotzigen schwarzen Kalk beobachten, der im Ganzen rhätischen Charakter zu tragen schien. An dieser Stelle fand sich nun in der zur Befestigung des Fusssteigs hergestellten Mauer eine Platte schwarzen Kalks erfüllt von den typischen Versteinerungen des Muschelkalks,

wie er etwa im Val Trompia bekannt ist. *Retzia trigonella* war in Menge vorhanden, ebenso *Terebratula vulgaris, angusta* u. s. w. Leider liess sich das Gestein bei den dürftigen Aufschlüssen anstehend nicht entdecken. Es ist aber nicht denkbar, dass diese Platte von einer weit entfernten Stelle sollte hierher geschafft worden sein. Also auch im Gebiete Esino - Lecco kommt versteinerungsreicher Muschelkalk vor von Typus, wie in Val Trompia und den östlichen Südalpen im Gegensatz zu der dolomitischen Entwicklung, wie wir diese bis jetzt bei Varenna-Bellano kennen gelernt haben. Vielleicht gelingt es in dem nahen, tiefen Thale der Galdone, durch welches ein Weg nach Mortcrone führt, diesen Muschelkalk anstehend zu entdecken. An den Gehängen abwärts gegen Lecco ist Schutt und Anschwemmung so angehäuft, dass hier nicht leicht etwas davon zu finden sein dürfte.

Das Gebirge westwärts von der Thalstrasse bei Laorca und Rancio, welches sich sehr steil erhebt, sitzt auf einer felsigen Terrasse auf, deren Gestein gegen Sasso Stefano streicht. Ich vermuthe, dass dies noch eine Fortsetzung des Hauptdolomits sei, der in einer darüber hinziehenden Einbuchtung des Terrains vielleicht die Dosseno - Schichten und über diesen den weissen Esinokalk — in überstürzter Lagerung — trägt. Wenigstens beginnt der Esinokalk auf der Strasse von Lecco nordwärts gegen Varenna schon bei dem ersten Haus jenseits Sasso Stefano und unter S. Martino mit sehr deutlich gekennzeichnetem Esinodolomit, der *Gyroporella annulata* führt. Alle Schichten fallen bis hoch an die auf der Karte namenlosen Berge und bis zur Wasserfurche der Bella farina, durch welche eine Schichtungwendung angezeigt wird, in St. 10—10½ unter 65° nach NW. Damit haben wir nahezu wieder den Fundpunkt der Dossena-Raibler Schichten im Gerona-Thal bei Abbadia erreicht, der im Vorausgehenden schon beschrieben wurde.

### 4. Die Schichtenfolge am Berggehänge zwischen Lecco und Calolzio.

Wendet man sich vom Lecco südöstlich an das rasch aufsteigende Berggehänge gegen Germanedo und Belledo, so stösst man hier sofort wieder auf typischen Hauptdolomit, der die Fortsetzung des Zugs von Ballabio zu sein scheint. Seine Schichten fallen constant in St. 9—10 mit 45° NW. Sobald man eine Schlucht etwas S. von Belledo erreicht hat, treten unter diesem Hauptdolomit die rhätischen *Avicula contorta*-Schichten zu Tag. Es sind graue klotzige Mergelkalke mit Mergelzwischenlagen, welche durch zwar nicht häufige, aber charakteristische Versteinerungen die rhätischen Azzorola-Lagen unzweifelhaft kennzeichnen. Ihre Mächtigkeit mag 400 m betragen. Die Schichten senken sich conform in St. 10 mit 45° NW unter jene des Hauptdolomits ein.

Unter ihnen lagert ein dichter, z. Th. dolomitischer, gelber und weisslich gefleckter Kalk, der als Stellvertreter des oberen Dachsteinkalkes gelten dürfte. Einfallen wie oben. Nun beginnt südwärts unmittelbar darunter jenes ungemein mächtige System schwarzer, dünnschichtiger, mit Mergel wechselnder oft überaus Hornstein-reicher Kalke, welche in der Gegend sehr häufig wegen ihres lagerigen Bruchs als Mauersteine Verwendung finden. Trotz der grossen Mächtigkeit ist das Gestein trostlos versteinerungsarm. Ausser einzelnen *Pentacrinus* fanden sich an der Schwefelquelle bei Maggianico spärlich Algen von der Form des *Chondrites latus* Guemb. und Fischschuppen. Das Gestein ist das nämliche, wie es auch weiter westwärts z. B. am Mt. Generoso ansteht und dort grossartige Gebirgstheile fast ausschliesslich zusammensetzt; es gleicht in auffallender Weise den sog. Algäuschichten der Nordalpen und besitzt auch, wie diese, die Neigung in kieselreiches

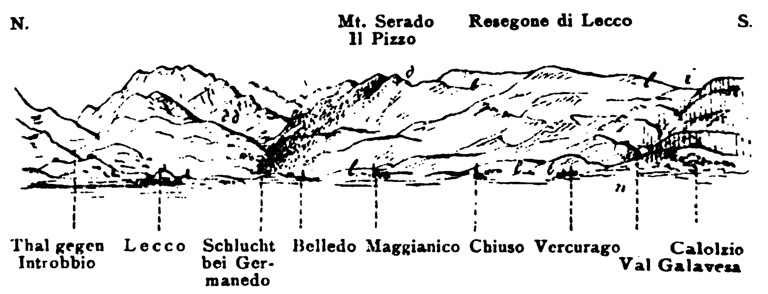
Gestein überzugehen, sowie in vielfache Windungen sich zu falten. Südlich von Lecco ist im grossen Ganzen jedoch das Einfallen conform mit jenen der genannten älteren Schichten nach NW., also unter diese untertauchend. Man sieht vom Thal aus, dass dieses widersinnige Einfallen bis zunächst auf die benachbarte Bergköpfe gegen Il Pizzo unverändert anhält. Bei Chiuso bildet ein Zwischenlager von leichtgefärbtem dolomitischem, dünnbankigem Kalk eine vorspringende Gebirgsrippe. Es ist möglich, dass darin bereits eine jüngere Schichtenlage angedeutet ist. Indess beginnt gerade von hier an Gehängeschutt den Zusammenhang der Gesteinsreihe zu unterbrechen. Es ragen nur höher am Berggehänge vereinzelte Schichtenköpfe über den Boden vor. Erst bei Vercurago begegnen wir wieder grösseren zu Tag ausstreichenden Gesteinsmassen und zwar jenem petrographisch so bestimmt gekennzeichneten, dichten, weissen, grünlichen und rothen Kalksteinschiefer, der durch den Einschluss von *Aptychus alpinus* auch paläontologisch als tithonisch-oberjurassisch sich verräth. Auch in diesen Schichten tritt uns eine bis zum Verwechseln gehende Aehnlichkeit mit den Nordalpen entgegen, insbesondere ist es das massenhafte Vorkommen von rothem Hornstein, durch welches diese Bildungen sich einander so sehr nähern. Diese Schichten fallen gleichfalls constant NW. d. h. unter der Lias ein.

Es fehlt nun freilich zwischen den letzten als Lias bestimmt zu bezeichneten Lagen und diesen Juraaptychenschichten eine Reihe von Zwischengliedern, wie sie etwa bei Roveredo und am Gardasee entwickelt sind. Es mangelt aber an dieser Stelle bei Vercurago an guten Aufschlüssen, welche geeignet wären, zur Entscheidung zu bringen, ob solche etwa dem obersten Lias dem Doggen und den Juraschichten mit *Ammonites acanthicus* entsprechende Bildungen in diese Gegend vorhanden sind oder nicht.

Die zunächst darunter lagernden Gesteine bestehen

nach den Aufschlüssen in der engen Schlucht der Galavesa an den Mühlen und in mehreren Steinbrüchen bei Calolzio aus grauen, erdigen, gelbverwitternden Sandkalk- und Mergellagen von der Beschaffenheit der tieferen Neocombildungen, ähnlich den Rossfeldschichten. Nur hier und da finden sich auch in diesen Reihen noch röthliche Färbungen. Fast so weit das Auge reicht, zeigt sich überall noch NW. Einfallen; nur in den äussersten Bergen in SO. wenden sich die Schichten gewölbeartig und senken sich dann flach nach S. ein.

**Das Gebirge von Lecco bis Cololzio.**




dd = Hauptdolomit; r = rhaetische Schichten; d = oberer Dachstein; e = Lias Schichten; i = Juraaphichenschichten; n = Neocombildung.

Diese nur flüchtige Skizze der Gesteinsaufeinanderfolge und ihrer Lagerungsverhältnisse ist desshalb von so grosser Bedeutung, weil sie uns ein Beispiel einer über beträchtliche Gebirgstheile weggreifenden, in den westlichen Südalpen so seltenen überkippten Lagerung kennen lehrt, welche uns genau ein Ebenbild der Verhältnisse am Nordrande der Alpen vorführt. Ich bin, wie bisher, auch jetzt noch der Ansicht, dass wir es in der That am Südrande der Alpen mit einer jüngeren angelagerten Kalknebenzone zu thun haben, nach Analogie jener am Nordrande und es ist für mich auch desshalb schon unfasslich, die Alpenerhebung von einer einseitigen Lateralpressung abzuleiten. Angesichts

der eminenten Fächerfaltung der Schichten des Gotthardtunnels bin ich jetzt mehr als je überzeugt, dass die Bewegung der Alpenaufrichtung von Innen her aus der Centralkette nach Aussen drückend gewirkt hat, indem sie in den mittleren Gebirgstheilen vorherrschend emporschiebend, nach dem Rande hin aber vorschiebend und überschiebend thätig war, nicht etwa in Folge des Aufdrängens innerer Feuerfluthmassen oder vulkanischer Hebungen, sondern in Folge der Contraction gewisser tiefer Krustentheile, wodurch die oberen Gesteinsmassen auf kleinen Raum zusammengezogen, in Falten gelegt und emporgestaut wurden.

### 5. Das Gebirge von Lugano.

Wir verlassen das engere Gebiet des Comer See's, um noch einen Blick auf die höchst merkwürdige Umgebung von Lugano zu werfen, welche, seit die Geologie zur Wissenschaft geworden ist, nicht aufgehört hat, der Zielpunkt geologischer Forschungen zu sein. Und doch bieten sich hier noch dunkle Punkte genug, welche einer weiteren Aufhellung bedürfen. Es wird dies am deutlichsten, wenn man einen vergleichenden Blick auf die geologischen Karten dieser Gegend wirft, wie es schon früher angedeutet worden ist. Es sind hier nicht bloss die in grossen Massen hervorgebrochenen Porphyre, sondern selbst das herrschende Grundgebirge, das Conglomerat von Manno und die Dolomite von St. Salvatore, welche zu sehr verschiedenartiger Auffassung Veranlassung gegeben haben.

Was zunächst das Grundgebirge anbelangt, welches allerdings zunächst bei Lugano durch mächtigen Glacialschutt häufig dem Auge entgegen ist, so herrscht in demselben der Schiefer vor, welcher früher Glimmerschiefer genannt, neuerlich als Glimmmerquarzit, auch als Sericit- und Casannaschiefer aufgeführt wird. Im grossen Ganzen finde ich das vorherrschende Gestein übereinstimmend mit dem Phyllyt

ausseralpiner Gebirge mit den diesem meist begleitenden und ihm eingebetteten quarzitischen, chloritistischen, selbst gneissartigen Zwischenlagen. Dabei kommen allerdings häufig auch hellfarbige, stark glimmerglänzende Schiefer vor, bei welcher in der That sogar sich wie bei dem typischen Glimmerschiefer, einzelne Glimmerschüppchen loslösen und sich biegen lassen, ohne zu brechen. In der Regel ist jedoch dieser Glimmerglanz nur von der sericitartigen Beimengung erborgt, welche nicht selten die Oberhand über die chloritischen Bestandtheile erlangt. Der vorherrschende Charakter des glimmerigen Schiefers bei Lugano besteht jedoch darin, dass eigentliche Glimmerblättchen sich nicht abspalten lassen, sondern dass man dünne Spaltstückchen erhält, die sich nicht elastisch biegen, und bei dem Versuche, sie zu biegen, leicht zerbrechen.

Auch erleiden diese Schiefer unter Luftabschluss mit Chlorwasserstoffsäure längere Zeit behandelt eine theilweise Zersetzung und man erhält eine an Eisenoxydul reiche Lösung, welche sich wie die bei der Zersetzung ausseralpiner Phyllite durch Salzsäure erhaltene Lösung eines chloritartigen Bestandtheils verhält.

Es ergibt sich als theilweises Zersetzungsprodukt durch kochende Chlorwasserstoffsäure 24°/o der Substanz, welche nach dieser Behandlung weiss, perlenartig schimmert. Die zersetzte Substanz enthält in Procent:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . . . | 25,00 |
| Thonerde . . . . | 16,66 |
| Eisenoxyd . . . . | 25,41 |
| Eisenoxydul . . . . | 12,80 |
| Manganoxydul . . . | Spur |
| Kalkerde . . . . . | 2,09 |
| Bittererde . . . . | 4,44 |
| Alkalien . . . . . | 2,50 |
| Wasser . . . . . | 10,44 |
| | 99,34 |

Daraus geht die Aehnlichkeit der Substanz mit dem Phyllochlorit der Phyllite hervor, während der zurückbleibende Rest eine Menge von Quarz und eine glimmerig sericitische Masse darstellt.

Auch in Bezug auf die linsen-, streifen- und flaserförmige Ausscheidung von Quarz verhalten sich die Schiefer bei Lugano dem Phyllite ganz gleich. In Querdünnschliffen bemerkt man die charakteristische, streifig flaserig linsenförmige Art der Zusammenlagerung der Gemengtheile. Während der Quarz kleine linsen- oder streifenförmige Lagen ausmacht, bildet der glimmerig sericitische Gemengtheil wellig flasrige Streifen, die wie ein aufgedrehtes Seil fein gefasert erscheinen. Die chloritische Beimengung endlich findet sich in kleineren und grösseren Schuppen, welche theils in besonderen Zwischenlagen, theils verwachsen mit den übrigen Gemengtheilen an der Zusammensetzung des Gesteins sich betheiligen. Die sonst charakteristischen Bellonite der krystallinischen Schiefer konnte ich nicht wahrnehmen. Auch stimmen sie darin mit diesen überein, dass sie mit chloritischen und hornblendischen Zwischenschichten wechsellagern. Selbst graphitische Einlagerungen kommen vor z. B. am Fusse des Mt. S. Salvatore. Wenn vollständig glimmerschieferartige Schichten gleichfalls nicht fehlen, so nehmen sie doch gegenüber dem mehr zum Phyllit sich hinneigenden vorherrschenden Gestein eine untergeordnete Stellung ein. Doch muss zugegeben werden, dass eine strenge Grenze zwischen glimmerigem Phyllit und Glimmerschiefer in der Natur nicht besteht, um so weniger, da beide Bildungen in einander übergehen. Es ist daher vom geologischem Standpunkte weniger Gewicht darauf zu legen, solche verwandte krystallinische Schiefer dem Glimmerschiefer oder dem Phyllit zuzuweisen.

Von Bellinzona herkommend sehen wir am Aufsteig zum Monte Cenere vorwaltend ächten Glimmerschiefer, durch

welchen auch grösstentheils der Tunnel getrieben wird. Die Schichten fallen mit bemerkenswerther Beständigkeit in St. 9—10 nach SO. ein. In diesem Schichtencomplexe liegen nun häufig Bänke gneissartigen und quarzitischen Gesteins. Sie werden vorzugsweise aufgesucht, um aus ihnen brauchbares Material für die Ausmauerung gewisser Theile des Monte Cenere-Tunnels zu gewinnen. Man bemerkt hier selbst granulitähnliche, durch Granaten gekennzeichnete, hellfarbige Abänderungen. Oben auf der Wasserscheide gegen den Luganer See zeigen sich Gletscherschliffe in grossartigem Maassstabe, wie denn rings alle Berge bis zu einer bestimmten Höhe in Form von Rundbuckeln vom Gletscher bearbeitet und abgeschliffen erscheinen. Hier vollzieht sich auch nach und nach der Uebergang in quarzitische Lagen und in Phyllit, wobei sich zugleich eine Schichtenwendung ergiebt. Quarzreicher Glimmerphyllit in der Nähe des Bahnhofs Lugano fällt in St. 3 mit 55° nach N. Ebenso ist das vorherrschende Einfallen in dem tiefen Bahneinschnitte, in welchem ausgezeichnete chloritische Lagen sich einstellen, ein nördliches bis Lamone, wo der quarzige Phyllit in St. 4 streichend wellig gebogen sowohl nach NW. wie SO. sich neigt.

Doch ist diese Lagerung nicht constant. An dem Seeufer bei Cassarago O. von Lugano beobachtete ich an dem glimmerreichen Phyllit mit Quarzlinsen ein Einfallen in St. 7 unter 25° nach SO. Bemerkenswerth ist, dass hier dieses Gestein rasch in einen ausgezeichneten dioritischen Hornblendeschiefer verläuft, dessen Einfallen in St. 6 unter 35° nach O. nahezu mit jenem des Phyllits übereinstimmt. Ihm folgt dann bei der Villa Tynemouth wieder glimmeriger, granatführender Phyllit. Am Fusse des Mt S. Salvatore bei Paradiso steht glimmeriger Phyllit mit schwärzlichen, graphitischen Zwischenlagen an, der erst in St. 5 mit 75° nach SW. einschiesst, dann etwas höher aber nach NO. sich umbiegt.

Als das zunächst auf dieser Schieferunterlage abgesetzte Gebilde muss das grobe graulichweisse Conglomerat von Manno NW. von Lugano am Agnothalrande bei Lamone gelten. Nach den von Heer [16]) vorgenommenen Bestimmungen der in dem rohen Material nur dürftig erhaltenen Pflanzenreste nämlich:

*Sigillaria testulata* Brgn.
„ *elongata* Brgn. und
*Calamites Cisti* Brgn

wäre dieses Gebilde als mittelcarbonisch anzusehen.

Was die Lagerungsverhältnisse betrifft, so bieten diese wenig Bemerkenswerthes. Kommt man von Lugano über Biaggio, so findet man hier allseitig glimmerigen Phyllit mit quarzitischen und selbst gneissartigen Einlagerungen als Grundgebirge mit nach N. einfallenden Schichten. Auch der ganze Vorberg zwischen Biaggio und Manno, welchen die Spreafico-Taramelli'sche Karte als V = Verrucano angiebt, besteht nur aus diesem älteren Schiefer. Zwischen Manno und dem ausgedehnten Steinbruche, in welchem gegenwärtig in grossartigem Maassstabe für die Zwecke der Eisenbahn Steine gebrochen werden, steht in dem Wasserriss als unmittelbar Liegendes glimmeriger Phyllit in St. 9 mit 53° NW. einfallend an. Die mächtigen Bänke des groben grauen Conglomerats besitzen nahezu gleiches Einfallen in St. 9—10 mit 35° nach NW., oben auf der Höhe in St. 10 mit 45° nach NW. Die groben Rollstücke der Conglomeratbänke bestehen vorherrschend aus Quarz und verschiedenen Urgebirgsfelsarten, soviel ich beobachten konnte mit Ausschluss von Porphyr. Einzelne Zwischenlagen sind mehr sandig, von feinerem Korn, gleichfalls vorherrschend grau, zuweilen jedoch aber auch röthlich gefärbt. Eigent-

---

16) Flora foss. Helvetiae p. 41, 42 und 47; dann Urweld der Schweiz II. Aufl. S. 14.

liche thonige Zwischenlagen, die zum Auffinden besser erhaltener Pflanzenreste würden Hoffnung geben, fehlen durchaus. Auch das Wenige von Pflanzenresten, welches im feinern Sandstein sich findet, ist undeutlich, und nur in dem groben Conglomerate bemerkt man Stämme mit Kohlenrinde, die zu der oben erwähnten Bestimmung von Heer gedient haben werden. Ich durchsuchte den ganzen Abhang gegen eine alte Kapelle oberhalb Manno und Ruve, ohne auf andere jüngere Ablagerungen zu stossen, welche mit dem Conglomerat von Manno in Verbindung stehen würden. Erst in dem tiefen Wasserriss gegen Gravesano zeigten sich rothe, sandige Schiefer, rothe und grüngraue Sandsteine voll von Wülsten, ähnlich den von Bohrmuscheln erzeugten Eingrabungen, dann intensiv rothe Lettenschiefer, dem Servino entsprechend und grünliche, gelbverwitternde Sandmergel. Diese Gebilde entsprechen unzweifelhaft dem Complex der Schichten, welche wir in den Bergamasker Alpen über den Collio-Schichten als Grödener Sandstein und Seisser Schichten angesprochen und dem Buntsandstein gleichgestellt haben. Es ist sehr bemerkenswerth, dass also auch bei Lugano die tiefen oder älteren vorherrschend grauen carboni'schen Gesteine getrennt von den jüngeren der vorherrschend rothgefärbten Reihe aufzutreten pflegen. Wenn mit irgend einer Bildung, so lässt sich das Manno-Conglomerat nur mit dem tiefsten der Collio-Schichten in Parallele setzen.

Mit dem rothen Sandstein steht übrigens auch noch das Vorkommen eines rothen, bläulichrothen und gelblichen pechsteinartig ausgebildeten Porphyrs in Verbindung, von dem zahlreiche eckige Bruchstücke in dem Wasserrisse liegen; anstehend mag sich der Porphyr am Ausgang des Grabens finden, wo die Karte von Taramelli einen solchen anzeigt.

Weder das Mannoconglomerat noch der rothe Sandstein streicht hier in NO. Richtung über das Thal. Der

kleine Hügel bei Grumo und der hohe Berg bei Lamone von S. Zenone besteht nicht aus diesen Schichten, wie die eben erwähnte Karte fälschlich anzeigt, sondern aus quarzigem und glimmerigem Phyllit.

Wenden wir uns von Lugano südwärts, so stehen wir zunächst vor dem in hohem Grade interessanten Berg St. Salvatore. An seinem Fusse treten, wie schon erwähnt wurde, zwischen Paradiso und S. Martino glimmerige Phyllite mit wellig gewundenen Schichten nach St. 5 mit 75° S. und mit St. 5 nach N. fallend zu Tag. Eine Lage zeichnet sich durch schwärzliche Farbe und graphitische Beimengung aus. Dieses Gestein ist plötzlich scharf abgeschnitten und es erscheint nun daran angelehnt ein mächtiges System rother Gesteine und zwar zunächst rothes Conglomerat, dann wechsellagernd rother, buntgefärbter Sandstein und rother Lettenschiefer. Ein grosser Steinbruch legt diese Schichten in ausgiebiger Weise bloss. Die Schichten fallen erst in St. 1 mit 80° steil nach N. ein, setzen an einen Bruch ab und fallen nun in St. 2 mit 85° südlich ein; legen sich aber in südlicher Richtung sehr rasch flacher und neigen sich dann unter 55° in St. 3 nach SW.

Die theils intensiv rothen, theils grauen Sandsteinschiefer enthalten dieselben Wülste, wie sie bei Manno-Gravesano oben erwähnt wurden, Wellenfurchen und Austrocknungsrisse, welche sie als Strandbildung kennzeichnen. Eine zwischenlagernde weisse Sandsteinbank erinnert an die Neumarkter pflanzenführende Schicht, wie denn einzelne, aber sehr undeutliche Pflanzenreste, darunter kenntlich nur *Equisetum* spec. in mehreren Streifen sich zeigen. Man glaubt sich ganz in eine ausseralpine Buntsandsteingegend versetzt, so ähnlich sind diese Gesteine den mitteldeutschen Bildungen.

Noch muss bemerkt werden, dass die tiefsten Conglomeratbänke Phorphyrrollstücke enthalten und durchaus

dem Mannoconglomerat nicht gleichen, das hier wahrscheinlich fehlt.

Verfolgt man nun die Sandsteinbildung weiter nach dem Hangenden zu, so gehen diese nach und nach, aber sehr deutlich über erst in ungleichförmig aufruhende dolomitisch sandige Schichten von graulicher und röthlicher Färbung (Stellvertreter der Seisser-Schichten) und endlich in mehr oder weniger rein schwärzlich grauen und lichteren, stark zerklüfteten Dolomit. Dieser enthält in der Nähe eines Bahnwärterhäuschens zahlreiche *Crinoideen* und jene organische Einschlüsse, welche schon von früherer Zeit her [17]) bekannt, das Gestein unzweideutig als Muschelkalk kennzeichnet.

Es genügt unter diesen von Lavizzari [18]) und Stabile [19]) gesammelten Muschelkalkversteinerungen als beweisgültig nach Merian's Bestimmungen anzuführen:

*Terebratula vulgaris*
„ *angusta.*
*Spririfer fragilis*
*Pecten inaequistriatus*
*Myophoria curvirostris* (auch durch Hauer bestätigt)
*Encrinus liliiformis.*

Dieselbe *Crinoideen*-reiche Bank fand ich auch als eine der ersten unter dem Gehängeschutt frei zu Tag tretenden Schichten auf dem Weg zum Mt. S. Salvatore oberhalb Pazzollo.

Gegen die Richtigkeit dieser Annahme erhoben sich aber bald grosse Bedenken, als durch das fleissige Sammlen

---

17) F. P. Merian, Verhandl. d. naturf. Ges. in Basel I für 1855 S. 84 und II für 1855 S. 314 u. 319; Fz. v. Hauer Sitz. d. Ak. d. Wiss. in Wien 1855 XV Nr. 7.

18) Atti d. soc. elvet. d. sc. natur. riunita in Lugano 1860. (1861) p. 13.

19) Daselbst p. 139 u. Verh. d. naturf. Ges. in Basel, 1. Heft S. 84.

von Versteigerungen am Mt. S Salvatore neben den Muschelkalkarten auch zahlreiche Formen von Esino gefunden wurden. Soll man annehmen, dass am Mt Salvatore Muschelkalk und Esinoversteinerungen vereinigt miteinander vorkommen?

Sehen wir uns zunächst das Profil an der Strasse S. von St. Martino weiter an, so beginnt nahe über dem noch regelmässig gleichförmig mit dem rothen Sandstein in St. 3 mit 55° SW. einfallenden *Crinoideen*-reichen Dolomit leider sogleich mächtigen Gehängeschutt das anstehende Gestein längs der Strasse zu verdecken. Nur hoch am Gehänge sieht man die weissen Felswände sich steil erheben. In diesem von den oberen Theilen des Mt. Salvatore herabgebrochenen Schutt nun kommen in der That zahlreiche Versteinerungen von Esino vor, z. B. *Chemnitzia Escheri; Ch. gradata; Ch. obliqua; Ch. exilis*; *Ch. concava*; *Natica Meriani* u. s. w. neben manchen eigenthümlichen Formen und nicht hieher gehörigen Arten wie z. B. *Halobia Lommeli*; *Avicula exilis* u. s. w. Ich fand nicht selten auch *Gyroporella annulata.* Es ist demnach doch wohl nicht zweifelhaft, dass die Hauptmasse des Bergs aus Esino-Dolomit zusammengesetzt sei. Beobachtet man nun die Gesteinsmassen, welche die höheren Felsen zusammensetzen, aufmerksamer, so erkennt man deutlich einen plötzlichen Wechsel in der Gesteinslagerung, der sich nahe oberhalb des Crinoideendolomits vollzieht. Dies bestätigen auch direkte Beobachtungen an dem Weg zum Berggipfel, an welchem die höheren Dolomitschichten in St. 7 mit 45° nach W. einfallen.

Ich bin daher zur Annahme gelangt, dass trotz der petrographischen Aehnlichkeit zwischen dem *Crinoideen*reichen Muschelkalkdolomit am nördlichen Gebirgsfusse und dem Esinodolomit des höheren Bergtheils dennoch eine strenge Scheidung zwischen beiden stattfinde und dass nur in

Folge einer Dislokation an einer grossartigen Verwerfungsspalte, welche etwa von St. Martino beginnend in SW. Richtung über Carabbia und Ficino-Brusim piano fortzieht, die beiden Dolomite unmittelbar zusammenstossen, während der sonst dem Muschelkalk auflagernde schwarze Varennakalk und die Perledoschichten, wenn diese hier überhaupt noch entwickelt sind, überschoben und bedeckt an der Oberfläche nicht mehr zu Tage treten. Wenn man daher nur längs der Strasse von Lugano nach Melide und in den Schutthalden sammelt, ist es leicht erklärlich, dass Muschelkalk- und Esinoversteinerungen vermengt gefunden werden. Diese Schuttüberdeckung hält gegen Melide bis nahe zum Bahnwärterhäuschen Nr. 6 an. Hier taucht ein Zwickel schwärzlicher Lettenschiefer und grauer Sandsteine in wirrer Lagerung empor, bedeckt einerseits von einer Reibungsbreccie, andererseits durchbrochen von dem nun sich mächtig hervordrängenden Porphyrgestein. Zunächst an der Gesteinsscheide zeigt sich eine hellfarbige thonsteinartige Masse, welche zahlreiche schwärzliche Bröckchen breccenartig einschliesst. Dann folgt das schwarze Gestein, welches unter der Bezeichnung schwarzer Porphyr von Lugano bekannt ist. Etwa dem Bahnwärterhäuschen Nr. 6 gegenüber ist darin ein Steinbruch angelegt, durch welchen zwischen dem schwarzen Gestein eingeschlossene Lagen von Sandstein und Conglomerate entblösst werden. Diese deutlich geschichteten Bänke sind dunkelfarbig, mit einem Stich in's Röthliche, stark verändert und offenbar von der aufsteigenden eruptiven Masse eingeschlossen und verändert worden. Sie dürften vielleicht der Reihe des Mannoconglomerats angehören.

Das schwarze Gestein hält nun über Melide hinaus gegen Morcote auf eine weite Strecke aus und nur spärlich zeigt sich endlich der typische rothe Porphyr, welcher deutlich gangartig aufsteigt. Etwa halbwegs gegen

Morcote beginnt wieder glimmeriger Phyllit, der hier am ganzen Rande des See's bis gegen Ficino anhält. Durch diesen krystallinischen Schiefer setzen nun vor Morcote zahlreiche nicht sehr mächtige Porphyrgänge in prachtvoll entblössten Profilen hindurch. Bald sind es quer durch die Schichten des krystallinischen Schiefers aufsteigende schmale Gänge, von denen aus nur kurze Ausläufer seitlich ins Nebengestein, meist sich zwischen die Schichtenblättchen vordrängend abzweigen, bald kuppenförmig abschliessende Enden breiterer Gänge, an deren Rande die Schiefer in gleichsam gekräuselten Falten zusammengeknickt erscheinen. Die mechanische Pressung, welche hier das Eruptivmaterial auf das Nebengestein ausgeübt hat, lässt sich nicht verkennen. Welcher materielle Einfluss dabei gleichzeitig stattgefunden habe, ist desshalb schwieriger zu beurtheilen, weil der Schiefer längs der Berührung mit der Gangmasse offenbar secundär durch das an der Gesteinsscheide circulirende Wasser starke Veränderung erlitten hat und oft zu einem leicht zerreiblichen, thonigen Material zersetzt sich zeigt, welches keine Beurtheilung der primären, durch das Eruptivgestein etwa verursachten Einwirkung mehr gestattet. Bei Ficino in der tiefen Thaleinbuchtung, welche von dem See sich abzweigend gegen Pambio und Lugano zieht, begegnen wir wieder einem röthlichen Eruptivgestein, ähnlich dem allgemeiner verbreiteten rothen Porphyr, doch so eigenthümlich ausgebildet, dass es wohl Veranlassung zu der auf älteren Karten zum Ausdruck gebrachten Auffassung gegeben hat, dieses Gestein sei Granit. Sehr ähnlich ist diesem auch das rothe Gestein, welches auf der gegenüberliegenden Seeseite bei Brusim piano ansteht und mit Unterbrechungen bei Valgana und bei Brinzio vorkommt, während das schwarze Eruptivgestein mehr in SO. und O. sich ausbreitet und hier namentlich bei Maroggia und Rovio ganz unzweideutig in demselben g a n g a r t i g eingedrungenen

rothen Porphyr einschliesst, wie das Studer schon 1833 richtig beobachtet hat.

Diese für das beobachtende Auge an der rothen und dunklen Färbung leicht zu unterscheidende zwei Porphyr-Arten zogen schon in früherer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich und gaben zu verschiedenen Deutungen Veranlassung. Von den älteren Ansichten mögen als die historischen interessantesten jene L. v. Buch's [20]) hier eine Erwähnung finden, welcher zwischen rothen quarzführenden Porphyr und jüngeren schwarzen Porphyr, ähnlich dem Melaphyr in Südtirol, unterschied. Neuerlich haben sich Negri und Spreafico [21]) mit der näheren Untersuchung dieser Eruptivmassen beschäftigt und gelangten zu der Annahme, dass beide Gesteine selbst mit Einschluss des granitartigen Gesteins von Figino nahezu gleichalterig seien, so dass beide Gesteine auf der die Abhandlung begleitenden Karte mit einer Farbe angedeutet sind. Abgesehen von den vielen werthvollen Detailangaben, welche die Verfasser in dieser Abhandlung niederlegen, vermisst man in ihrer Darstellung der petrographischen Verhältnisse dieser Gesteine die Berücksichtigung der durch die Wissenschaft neuerlich gebotenen Unterscheidungsmittel. Es hat sich daher ganz mit Recht jüngst Studer [22]) gegen dieses Zusammenfassen der schon durch das blosse Auge leicht unterscheidbaren beiden Gesteinsarten in der Umgegend des Luganer See's ausgesprochen und eine mikroskopische, sowie chemische Untersuchung derselben veranlasst. Nach der Untersuchung Prof. Fischer's zeigt die Grundmasse des rothen Porphyrs

---

20) In Leonhard's Zeitschr. 1827 S. 289; dann in Leonh. u Bronn's Jahrb. 1830 S. 320 und Abhandl. d. k. Ak. d. Wiss. in Berlin 1827. S. 205.

21) Mem. d. Istituto Lombardo d. Sc. e Lettre t. XI 1869.

22) Zeitsch d. d. geol. Gesellsch. Bd. 27. 1875. V. 417 u. fl.

keine Spur von Zwillingsstreifung und dürfte demnach als Orthoklas zu betrachten sein, während ölgrüne Stellen vielleicht einem Pinitoid angehören könnten. Auch in der Grundmasse des schwarzen Porphyrs und in den eingesprengten kleinen Kryställchen soll sich nur Orthoklas zu erkennen geben. Lauchgrüne, langgezogene Krystalle scheinen Hornblende zu sein, schwarze Körnchen erwiesen sich als Magnetit.

H. v. Fellenberg's chemische Analysen sehr frischen Gesteins, welches Studer aus dem Innern des Tunnels bei Maroggia entnommen hatte, ergaben folgende Zusammensetzung:

| | I. Rother Porphyr | II. schwarzer Porphyr |
|---|---|---|
| | aus dem Eisenbahntunnel bei Maroggia. | |
| Kieselsäure | 71,74 | 61,67 |
| Thonerde | 12,60 | 16,38 |
| Eisenoxyd | 2,45 | 6,31 |
| Kalkerde | 2,30 | 2,57 |
| Bittererde | 1,24 | 3,02 |
| Manganoxydul | 0,84 | 0,30 |
| Kali | 4,14 | 4,22 |
| Natron | 3,41 | 3,65 |
| Glühverlust | 3,50 | 3,51 |
| | 102,22 | 101,43 |

P. v. Fellenberg berechnet demnach die Mineralzusammensetzung beider Gesteine und zwar

| I. des rothen Porphyrs und | | II. des schwarzen Porphyrs aus | |
|---|---|---|---|
| Orthoklas | 33,78 | | 59,21 |
| Oligoklas | 27,01 | | 30,35 |
| Quarz | 30,76 | | — |
| Eisenoxyd | 2,40 | Magneteisen | 6,22 |
| Wasser | 0,93 | | 1,23 |
| Erdcarbonate | 5,31 | | 4,44 |
| | 100,19 | | 101,45 |

Es ist wahrscheinlich diesem Nachweise zuzuschreiben, dass auf der erst jüngst erschienenen geologischen Karte der Schweiz Blatt Tessin, deren Publikation nach Spreafico's Tode Prof. Taramelli besorgte, beide Porphyre wieder getrennt als rothe Quarzporphyre und als schwarzer Porphyr dargestellt sind.

Am eingehendsten und gründlichsten hat sich in neuester Zeit Michel-Lèvy in einer besonderen Abhandlung mit diesen Eruptivgesteinen des Luganer See's befasst, nachdem derselbe Gelehrte früher gelegentlich schon mehrfach dieselben erwähnt hatte. Er unterscheidet bei diesen Eruptivgesteinen des Luganer See's 3 wesentlich verschiedene Gruppen, nämlich

I. die schwarzen Porphyre, identisch mit den schwarzen Porphyren der Anthracitschichten der Loire, des Puy de Dome, von Morvan und der Vogesen.

II. Die rothen Porphyre, ganz ähnlich den Porphyren des Kohlengebirgs der Loire und von Morvan und endlich

III. die braunen Porphyre und Pechsteine, analog den permischen Porphyren von Esterel, Morvan, der Vogesen und Sachsens.

Die schwarzen Porphyre besitzen nach Michel-Lèvy eine fluidale oder mikrolithische Grundmasse mit eingestreuten Krystallen von Magneteisen, Amphibol und meist nicht frischen, oft triklinen Feldspäthen, sind weder sauer noch basisch und zeigen weder eine sphärolithische Struktur, noch jene des Petrosilex. Manche enthalten auch als Zersetzungsprodukte des Amphibols Serpentin.

Die rothen Porphyre, welche theils eine compacte, theils durchaus krystallinische Grundmasse besitzen, enthalten Orthoklas und Plagioklas, dann chloritische oder Steatit-Beimengungen, schwarzen Glimmer und Quarz. Nach ihrer Struktur kann man 4 Varietäten unterscheiden, näm-

lich mikrogranulitische, mikropegmatische, sphärolithische und fein variolithische, wie sie bei den Porphyren von Alter der Steinkohlenformation in allen Ländern vorzukommen pflegen.

Die braunen Porphyre haben nur geringe Verbreitung (Cogliate, Grantola) und schliessen sich dem bekannten Pechstein innig an.

Die mir vorliegenden von mir selbst und von meinem Begleiter Hrn. Dr. v. Ammon gesammelten zahlreichen Proben von sehr verschiedenen Stellen des Luganer Porphyrgebietes ergaben bei näherer Untersuchung namentlich bezüglich der sog. schwarzen Porphyre von den bisherigen Schilderungen ziemlich abweichende Resultate, die ich kurz hervorzuheben für nöthig finde.

Bezüglich der rothen Porphyre stimmen meine Beobachtungen ziemlich mit jenen von Michel-Lévy überein. Unter allen mir vorliegenden Proben aus verschiedenen Fundstellen erscheint ein Gestein von Bissone für das unbewaffnete Auge am wenigsten angegriffen und verändert. Es besteht aus einer anscheinend bräunlich-rothen dichten Grundmasse mit reichlich eingestreuten mehr oder weniger rundlichen und eckigen Quarztheilchen, zahlreichen, meist ziegelrothen, zuweilen auch hellergefleckten, kleineren Feldspathprismen und fleischfarbigen bis weisslichen grösseren Feldspathausscheidungen und endlich mit ziemlich vielen schwärzlichen Glimmerputzen. Sehr viele der ziegelrothen Feldspathe zeigen deutlich die Parallelstreifung der Plagioklase, gehören also sehr wahrscheinlich dem Oligoklas an, der demgemäss sehr häufig beigemengt ist, während die hellfarbigen Feldspathe sowohl jene in grösseren Ausscheidungen, als auch die mit dem ziegelrothen Plagioklas verwachsenen zum Orthoklas gehören. Bei näherer Besichtigung erweist sich das Gestein trotz des äusseren Aussehen doch als ziemlich angegriffen, was schon durch viele ockerige Stellen (viel-

leicht zersetzter Schwefelkies) sich bemerkbar macht. Auch erweisen sich hellere Stellen, namentlich bei dem Plagioklas als Umwandlungen in eine weiche Steinmarksubstanz. Die Dünnschliffe bestätigen im Allgemeinen die gemachten Wahrnehmungen, geben aber bezüglich der Beschaffenheit der Grundmasse unerwartete Aufschlüsse. Diese ist nämlich nicht einfach kryptokrystallinisch, sondern mit zahllosen kleinen, radialfasrigen Kügelchen nach Art der Sphärolithe erfüllt, zwischen welchen nun zahlreiche kleinste Nädelchen von Feldspath, Schüppchen von Glimmer und feine dunkle Pünktchen durch eine kaum bemerkbare amorphe Metastasis verbunden sich zeigen. Bei den sphärolithischen Ausscheidungen ist i. p. L. das dunkle Kreuz meist undeutlich und fragmentär sichtbar; dafür treten facettenartige radicale Streifungen auf. Auch die meisten grossen wasserhellen Quarzausscheidungen sind von einer schmalen, radial streifigen Zone umgeben, enthalten viele Bläschen, feine Nädelchen (? Apatit) und rundliche Putzen der Grundmasse, welche meist noch mittelst eines Stiels mit der äusseren Umgebung zusammenhängen.

Durch Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure wird wenig an dem Gestein verändert, nur dass der schwarze Glimmer sich völlig entfärbt.

Aehnlich verhält sich das in der Nähe bei Maroggia in unzweifelhaften Gängen den schwarzen Porphyr durchsetzende, durchaus ziegelrothe Gestein. Die Grundmasse zeigt sich bröcklich, dicht mit noch wenigen intensiv roth gefärbten Plagioklaskryställchen, zahlreichen, blass ölgrünen Steinmark-artigen Putzen und unrein bräunlichen Flecken und grossen wasserhellen Quarzkörnchen. Makroscopisch lässt sich weder Orthoklas, noch Glimmer erkennen. Die weiche Steinmarksubstanz scheint aus der Zersetzung des ersteren, die schmutzigbraune aus der Umwandlung des letzteren hervorgegangen zu sein. Auf den Klüften hat

sich Kalkspath angesiedelt, daher das Gestein mit Säure befeuchtet, schwach braust.

Auch die Dünnschliffe lassen u. d. M. eine sehr analoge Zusammensetzung wahrnehmen, nur dass die amorphe Metastasis fast ganz verschwunden ist und die schönstrahligen Sphärolithe, welche häufig Quarztheilchen umranden, deutlich das dunkle Kreuz zeigen; die sphärolithisch strahlige Struktur dringt selbst bis in die kleinen Perlchen vor, welche in den wasserhellen Quarzausscheidungen liegen. Unzersetzter Orthoklas lässt sich wenig auffinden; die wahrscheinlich früher von ihm eingenommenen Stellen besitzen im p. L. nur Aggregatfarben.

Am gegenüberliegenden Seeufer bei Ciona unfern Melide steht ein sehr hellfarbig fleischrother, quarzreicher, leider sehr zersetzter Porphyr an, in dessen Grundmasse nur einzelne grössere, gleichfalls hellfarbige Orthoklase und grosse wasserhelle Quarze mit krystallartigen Umrissen und ockrige oder schwarze Flecken, welche die Stelle des zersetzten Glimmers einzunehmen scheinen, liegen. Ziegelrother Oligoklas fehlt. In den Dünnschliffen löst sich die scheinbar dichte Grundmasse in eine mikrokrystallinische Masse mit wenig Nädelchen, aber viel unregelmässigen Körnchen von Quarz fast ohne Metastasis auf. Zeichen einer Bewegungsstreifung und einer sphärolithischen Ausbildung sind nur spurweise vorhanden. Die schwärzlichen, wolkenartig gruppirten drusigen Theilchen lassen sich (ausser Eisenocker und vielleicht Magneteisen) kaum einem bestimmten Mineral zuweisen. In einzelnen Fällen verhalten sich die schön grünen Häufchen wie Pistacit. Die zahlreichen Bläschen der Quarze enthalten hier Flüssigkeitseinschlüsse.

Diese Varietät verbindet mithin die verschiedenen Gruppen mit sphärolithischer und mikrolithischer Grundmasse.

Eine sehr bemerkenswerthe Varietät ist jene von Val-

gana N. von Varese. Es ist ein sehr lichtfarbiges, anscheinend dichtes Gestein mit kaum in die Augen fallenden Ausscheidungen von Quarz und Orthoklas. In den Dünnschliffen beobachtet man, dass die feinkrystallinische Grundmasse eine Menge von dunklen, staubähnlichen Theilchen umschliesst, welche häufig in eine sphärolithische Gruppirung sich vereinigen, hier und da selbst deutliche Sphärolithe bilden. Ausserdem ist der ausgeschiedene Quarz vielfach gradlinig umgrenzt, und meist in schmale, säulenförmige Leistchen entwickelt, die oft sternförmig sich gegen einander stellen. Wir haben es in diesem Gestein offenbar mit einer Zwischenform zwischen der sphärolithischen und jener merkwürdigsten aller Varietäten dieser Gegend zu thun, die Michel-Lévy die mikropegmatitsche nennt. Es ist dieselbe Struktur, welche Veranlassung gegeben hat, dass ein Theil dieser Porphyre früher als Granite angesprochen worden ist.

Es liegen mir von dieser Granit-ähnlichen Entwicklung von 2 Fundstellen Gesteinsstücke vor von dem vielgenannten Figino am Westarm des Luganer See's und von Brinzio N. von Varese.

Das drusige, rothe, schwarfleckige Gestein von Figino kann als Typus dieser Varietät gelten, welche durch Uebergänge ganz unzweifelhaft mit den übrigen Varietäten des rothen Porphyrs von Lugano untrennbar verbunden ist.

Das Gestein ist makroskopisch zusammengesetzt aus ziemlich grossen hellfarbig röthlichen Orthoklaskrystallen, die stellenweis durch wahrscheinlich aus deren Zersetzung hervorgegangene Putzen von grünlich - weissem Steinmark ersetzt werden, aus tiefrothem Oligoklas, dann aus wasserhellem Quarz und nur spärlich eingestreutem schwarzem Glimmer. Diese grösseren Krystallausscheidungen liegen in einer Grundmasse, die deutlich aus gleichen Mineraltheilchen zusammengesetzt ist. Gleichzeitig finden sich oft grosse Putzen von Brauneisenocker und schwarzer, Wad-

artiger Substanz eingestreut und das Gestein reichlich von zackigen Hohlräumchen unterbrochen, in welchen die Enden schön auskrystallisirter Feldspäthe und Quarze zum Vorschein kommen. Betrachtet man die Dünnschliffe, so tritt sofort die eigenthümliche, an den Schriftgranit erinnernde Ausbildung der kleinen Quarzkrystalle zwischen den meist undurchsichtigen Feldspaththeilchen deutlich hervor, welche in der That diese Varietät als eine Pegmatit-artige Entwicklung des rothen Porphyrs bezeichnen lässt. Bemerkenswerth ist bei dieser Art der Verwachsung, dass zuweilen die Feldspathsubstanz büschelförmig in die Quarzmasse hineinragt, was für eine nahezu gleichzeitige Verfestigung beider Mineralien zu sprechen scheint.

Das Gestein von Brinzio ist durchweg feinkörnig krystallinisch zusammengesetzt, ohne Hohlräume und besonders auffallende Krystallausscheidungen, jedoch mit ziemlich zahlreichen Putzen weisslicher, weicher Steinmark-ähnlicher Substanz versehen. Mit blossem Auge gewahrt man als Gemengtheile insensiv fleischrothen Feldspath, Quarz, grünlich schwarzen Glimmer und Schwefelkies. Nach den Dünnschliffen verbindet sich die bei dem Porphyr von Figino beschriebene, an Schriftgranit erinnernde Ausbildung der Gemengtheile mit einer oft sternförmigen Anordnung der Quarzlamellen und einer bis in das Kleinste oder in's Zellenförmige gehenden Verwachsung, wobei der feldspathige Gemengtheil weniger individualisirt und in einzelnen Krystalltheilchen abgegrenzt erscheint, zugleich eine Menge feiner dunkler Staubtheilchen umschliesst, die oft sphärolithisch gruppirt erscheinen. Diese Dünnschliffe bieten daher ein prachtvolles wechselndes Bild dar.

Diesen mehr oder wenig deutlich krystallinisch entwickelten rothen Porphyren stehen nun die theils intensiv rothen, theils dunkelblau-grauen und röthlichen Porphyre von pechsteinähnlicher Beschaffenheit gegenüber,

wie jene von Cugliate, Cunardo, Grantola [23]) und Gravesano, welche aber nicht, wie die Schweizer Karte angibt, zur Gruppe der schwarzen, sondern zu jener der rothen gehören. Denn ihre glasartige dichte Grundmasse besteht nicht bloss aus amorpher, meist mit Fluidalstreifen versehener Substanz, sondern enthält auch grössere Ausscheidungen von Quarzkörnchen, trübem Orthoklas und hellem Sanidin-artigem Feldspath nebst einer schmutzig dunklen, Pinit-ähnlichen Substanz, ausserdem sehr viele krystallinische kleinste Einsprengungen und, was wenigstens das Gestein von Gravesano anbelangt, zugleich auch zahlreiche Ausscheidungen von Quarz und Feldspath. Auch zeigt das Gestein oft Neigung zu einem Uebergang in eine sphärolithische Ausbildung. Alles dies weist auch dieser Varietät eine Stelle unter den rothen quarzreichen Porphyren an.

In Bezug auf die chemische Gesammtzusammensetzung glaubte ich neben der durch v. Fellenberg, wie vorhin erwähnt, vorgenommenen Analyse noch eine Reihe weiterer Gesteinsproben untersuchen [24]) zu sollen, um eine grössere Sicherheit in dem Ergebniss zu gewinnen und zwar von folgenden Proben, welche bereits im Vorausgehenden näher beschrieben worden sind:

I Aus einem deutlichen Gesteinsgang bei Maroggia (nicht aus dem Tunnel, wie das der v. Fellenbergischen Analyse) von sphärolithischer Textur (vorn beschrieben).

II. Von einem Gesteinsgange bei Bissone am Uebergang der Eisenbahn über den Luganer See von klein sphärolithischer Textur.

---

23) Vergl. Michel-Lévy: Bull. d. soc. geol. III Ser. 2 t. 1873—74 S. 195.

24) Die Analysen sind im chemischen Laboratorium des geogn. Bureaus, grösstentheils vom Hrn. Ass. Ad. Schwager gemacht worden.

III. aus einer Kuppe N. von Brinzio bei Varese von feinkörniger und Mikropegmatit-artiger Textur.

IV. aus einem Steinbruche bei Figino auf der Ostseite des Westarms des Luganer See's von Mikropegmatit-Textur.

V. aus einer Kuppe W. von Gravesano und Manno von Pechstein-ähnlicher Textur.

| | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| Kieselerde | 74,64 | 71,84 | 75,04 | 74,56 | 76,40 |
| Thonerde | 14,64 | 16,32 | 13,12 | 13,52 | 12,00 |
| Eisenoxyd | 1,12 | 3,32 | 2,12 | 2,04 | 1,25 |
| Kalkerde | 1,01 | 0,36 | 0,40 | 0,32 | 0,25 |
| Bittererde | 0,72 | 0,52 | 0,34 | 0,44 | 0,75 |
| Kali | 4,01 | 4,32 | 6,32 | 4,94 | 4,00 |
| Natron | 2,36 | 2,13 | 2,44 | 3,48 | 2,00 |
| Wasser- u. Glühverlust | 2,12 | 1,48 | 0,76 | 0,64 | 2,25 |
| | 100,62 | 100,29 | 100,54 | 99,94 | 98,90 |

Es erweist sich demnach der hohe Kieselsäuregehalt als ein constanter Charakter dieser rothen Porphyre während die sehr geringe Menge Bittererde eine schwache Betheiligung von schwarzem Glimmer verräth. Das Verhältniss von Kali zu Natron entspricht ungefähr auch dem Verhalten der Feldspathe in den Dünnschliffen, wobei jedoch das Uebergewicht der Orthoklasbestandtheile wohl hauptsächlich der Grundmasse zufällt. Ein Theil der Kalkerde dürfte gleichfalls als zur Oligoklas-Zusammensetzung gehörig zu betrachten sein. Das Eisenoxyd ist als Farbe gebendes Princip anzusehen und wechselt so ziemlich nach dem Grad der Intensität der rothen Färbung. Das

Wasser endlich scheint der Hauptsache nach an die Substanz gebunden zu sein, die fast bei keiner Form unserer rothen Luganer Porphyre fehlt und als ein Zersetzungsprodukt von Feldspath sich vor dem Löthrohr genau wie jenes weiche Mineral aus der Gruppe des Steinmarks verhält, welches, weil es sich fettig anfühlt, so häufig mit Speckstein verwechselt wird.

Viel gleichartiger in Bezug auf ihre Zusammensetzung und ihre Struktur verhalten sich scheinbar die schwarzen Porphyr-artigen Gesteine aus der Umgegend des Luganersee's. Es sind durchweg grünliche oder röthlich graue, kaum typisch porphyrisch aussehende Gesteine mit anscheinend dichter Grundmasse und wenig gegen die Grundmasse abstechenden Einsprenglingen von helleren Feldspath-, dunkelgrünen, Hornblende-ähnlichen Kryställchen, meist auch von einzelnen Glimmerblättchen, selten deutlichen Quarzkörnchen und kleinen, dem unbewaffneten Auge kaum unterscheidbaren Magneteisentheilchen. Auf dem Bruch sieht das Gestein z. B. aus dem Eisenbahntunnel ungemein frisch und unzersetzt aus. Und doch ist die erlittene Umänderung eine sehr bedeutende.

Sehen wir zunächst die weit vorherrschende Grundmasse in Dünnschliffen näher an, so finden wir dieselbe fast durchweg fein krystallinisch zusammengesetzt, und nur selten, wie in den Proben von Brinzio, mit spärlicher amorpher Metastasis versehen. Die mikro-krystallinischen Gemengtheilchen bestehen aus kleinen Nädelchen, von welchen einzelne so gross werden, dass sie in p. L. die Parallelstreifung der Plagioklase erkennen lassen, dann aus unbestimmt begrenzten, i. p. L. nur in blauen und gelblichen Tönen gefärbten Theilchen, wie Orthoklasmassen es zeigen, weiter aus kleinen grünen Fleckchen oder Blättchen (nicht Nädelchen) von einer, wie es scheint, chloritischen Substanz, ferner aus mehr oder weniger deutlichen, scharf um-

grenzten Blättchen braunen Glimmers und endlich aus schwarzen pulverigen Körnchen von Magneteisen. In dieser Grundmasse liegen nun zahlreiche, erst in den Dünnschliffen durch ihre helle Farbe und Durchsichtigkeit grell hervortretende Kryställchen von scharf ausgeprägten Umrissen, die jenen der Feldspathe entsprechen. Viele der kleineren dieser Einsprenglinge sind wasserklar und erweisen sich i. p. L. sehr deutlich als Plagioklas; andere und zwar die meisten grösseren sind durchaus verändert und zwar, was für die Gesteinsart sehr charakteristisch ist, in der Art umgewandelt, dass das Innere der Kryställchen häufig i. p. L. eine bunte Aggragatfärbung zeigt und nach aussen am Rande von einer hellen durchsichtigen Substanz breit umsäumt ist Dieser Saum ist zuweilen parallelstreifig und zeigt i. p. L. die Farbenstreifung von Plagioklas, zuweilen ist er aber auch concentrisch gestreift und dann i. p. L. so buntfarbig, wie Quarz Bei schief auffallendem Lichte bemerkt man an nicht bedeckten Dünnschliffen stark glasglänzende Streifchen, wie sie der Quarz besitzt und ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich diese randlichen Ausscheidungen für secundärgebildeten Quarz anspreche. Nur selten haben einzelne Feldspathe die Natur von Orthoklas beibehalten. Es scheint mithin, dass in diesem schwarzen Gestein die häufig vorhandenen reicheren Orthoklaseinschlüsse zersetzt und aus dieser Zersetzung eine Neuansiedelung von Plagioklas und Quarz hervorgegangen sei, obwohl auch schon ursprünglich Plagioklas und zwar in reichlicher Menge vorhanden war.

Eine weitere porphyrartige Einsprengung besteht aus streifigen grünen Mineralmassen mit dem Charakter und Umrisse von Amphibolkrystallen. Auch zeigt sich die grüne fasrig längsgestreifige Substanz ziemlich stark dichroitisch, ohne aber ganz die Natur der Hornblende zu besitzen. Merkwürdigerweise wird diese grüne Substanz,

sobald man die Dünnschliffe mit Salzsäure behandelt, vollständig zersetzt, man erhält eine Eisenoxydul-reiche Partiallösung und einen amorphen weissen opaken Rückstand. Dergleichen grüne, ebenso leicht zersetzbare Einmengungen, aber von unregelmässigen, mehr rundlich abgegrenzten Formen finden sich ausserdem sehr häufig noch überdies in der Grundmasse und diese sind es, welche neben dem Magneteisen dem Gestein die dunkle Färbung verleihen. Diese grüne Substanz verhält sich genau wie der Chloropit (Viridit)[25]) z. B. der Diabase und muss unbedenklich als ein Zersetzungsprodukt angesehen werden, theils von Hornblende, welche nach der Einwirkung der Salzsäure hier und da noch spurweise erhalten ist und ausserdem durch die Krystallumrisse und die längsfasrige Beschaffenheit der aus ihr entstandenen Chloropitsubstanz ziemlich sicher als solche erkannt werden kann, theils vielleicht durch Umbildung von Glimmer und Zwischensubstanz entstanden ist. Bei diesen Theilchen bemerkt man zuweilen eine radialfasrige Struktur. Häufig sind die hieher gehörigen Krystalle rings am Rande von einer schwarzen körnigen Masse umsäumt, die nur theilweise aus Magneteisen besteht, weil sie durch kochende Salzsäure nicht völlig gelöst wird. Es ist bemerkenswerth, dass die kleinsten grünen Theilchen, die oben als Gemengtheile der Grundmasse angegeben wurden, bei Behandeln mit Salzsäure auch nicht vollständig zersetzt werden, ebensowenig, wie viele der schwarzen Eisentheilchen, vermuthlich, weil sie trotz der Dünne der Blättchen doch noch allseitig von feldspathiger Substanz dicht umschlossen werden, welche sie vor der Einwirkung der Säure schützt. Die meist spärlichen grösseren Blättchen stark dichroitischen, braunen Glimmers werden von Säuren ebenfalls entfärbt, so dass die

25) Michel-Lévy scheint diese Substanz für Chlorit und Serpentin anzusehen.

Dünnschliffe und das feine Pulver nach Behandeln mit kochender Salzsäure ganz hellfarbig, schwach röthlich-weiss erscheint. Der Gehalt an Magneteisen wird an den Metallglanz auf den Schliffflächen und durch das Ausziehen mittelst der Magnetnadel erkannt. Ebenso wurde auf das bestimmteste das, wenn auch spärliche Vorhandensein von Quarzkörnchen constatirt. Auch feinste Nädelchen von Apatit kommen vor und in dem Gestein von Brinzio auch Streifen von Epidot. Dass wir es hier mit keinem eigentlichen Porphyre zu thun haben, fällt uns schon an der Aeusserlichkeit des Gesteins in die Augen. Die mikroskopische Untersuchung lehrt aber noch bestimmter, dasselbe vom typschen Porphyre unterscheiden und weist es der Gruppe der Porphyrite zu, unter welchen es wegen seines namhaften Orthoklasgehaltes zunächst dem von mir aus dem Fichtelgebirge beschriebenen Palaeophyr [26]) sich anreiht und als solcher bezeichnet werden kann.

Von diesem Porphyrite wurden bereits mehrere Analysen ausgeführt, unter welchen namentlich die durch H. v. Fellenberg vorgenommene und von Studer mitgetheilte uns den Charakter des Gesteins kennen lehrt. Immerhin erschien es mir wünschenswerth, um Vergleiche anstellen zu können, noch mehreren Proben von verschiedenen Fundstellen einer chemischen Analyse zu unterziehen.

Es wurden hierzu die im Vorausgehenden bereits näher beschriebenen Gesteine von folgenden Fundstellen gewählt:

I. aus dem mächtigen Stock bei Maroggia.

II. aus dem benachbarten Vorkommen bei Bissone.

III. aus der Nähe von Brinzio, Aufsteig gegen Maria del Monte.

---

26) Geognost. Beschreibung von Bayern III. Bd. Das Fichtelgebirge S. 188 Tafel 14.

IV. aus der Gegend von Rovio.
V. nahe bei Melite an der Eisenbahn.

| Bestandtheile | I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|---|
| Kieselsäure | 61,52 | 64,08 | 50,28 | 59,52 | 61,84 |
| Thonerde | 19,96 | 19,52 | 19,24 | 13,02 | 14,60 |
| Eisenoxyd | 1,78 | 4,24 (Eisenoxyd und Eisenoxydul) | 7,92 | 11,08 (Eisenoxyd und Eisenoxydul) | 6,68 (Eisenoxyd und Eisenoxydul) |
| Eisenoxydul | 3,16 | | 1,98 | | |
| Kalkerde | 3,36 | 3,40 | 4,21 | 1,90 | 4,48 |
| Bittererde | 2,72 | 1,84 | 6,09 | 4,60 | 2,75 |
| Kali | 3,24 | 3,16 | 3,24 | 3,86 | 2,92 |
| Natron | 3,28 | 2,52 | 2,81 | 3,02 | 5,52 |
| Kohlensäure | 0,56 | — | 0,40 | 1,16 | 0,36 |
| Wasser- und Glühverlust | 1,86 | 1,76 | 3,56 | 2,16 | 1,76 |
| | 100,60 | 100,52 | 99,73 | 100,32 | 100,91 |

Die bemerkenswerthesten Verschiedenheiten treten im Kieselsäuregehalt hervor. Dies rührt z. Th. von der mehr oder weniger grossen Seltenheit an Quarzkörnchen her, die fast nur zufällig zu sein scheint. Weiter ist auch Eisenoxyd in verschiedenen Verhältnissen vorhanden. Abgesehen von der Verschiedenheit des Gehaltes an Magneteisen hängt der Mehrgehalt auch von einem grösseren Grade der Zersetzung ab und steht daher im Zusammenhang mit dem höheren Gehalt an Wasser, wie dies die Analyse III erkennen lässt.

Am bemerkenswerthesten ist das Verhalten der grünen Zwischensubstanz, welche wenigstens theilweise als Zersetzungsprodukt von Hornblende zu deuten ist. Dieselbe

ist in Chlorwasserstoffsäure zerlegbar. Obwohl auch noch andere Gemengtheile z. B. Magneteisen von dieser Säure aufgelöst, andere mehr oder weniger angegriffen werden, so gibt doch die theilweise durch Chlorwasserstoff bewirkte Zersetzung einen annähernd richtigen Aufschluss über die Natur dieser Beimengung. Es wurde das Gestein von Maroggia (I) und jenes von Brinzio (III) mit Chlorwasserstoffsäure unter Abschluss der Luft behandelt und erhalten:

| | Maroggia 21,6% | Brinzio 29,1% |
|---|---|---|
| Kieselsäure . . . | 34,54 | 30,90 |
| Thonerde . . . | 18,72 | 16,08 |
| Eisenoxyd . . . | 8,09 | 19,90 |
| Eisenoxydul . . | 14,36 | 6,80 |
| Kalkerde . . . | 2,01 | 2,13 |
| Bittererde . . . | 9,91 | 15,25 |
| Kali . . . . . . | 1,72 | 1,03 |
| Natron . . . . | 1,77 | 0,62 |
| Wasser . . . . | 7,82 | 7,15 |
| | 98,94 | 99,86 |

Diese grüne, durch Chlorwasserstoff leicht zersetzbare an Eisenoxydul und Bittererde reiche chloritartige Substanz erinnert zunächst an die unter verschiedenen Bezeichnungen (Chloropit, Viridit etc. etc.) beschriebene Beimengung in den Diabasgesteinen. Letztere besteht in dem Diabas von Weidesgrün im Fichtelgebirge aus:

| | |
|---|---|
| Kieselsäure . . | 30,56 |
| Thonerde . . . | 16,57 |
| Eisenoxyd . . . | 13,02 |
| Eisenoxydul . . | 15,51 |
| Kalkerde . . . | 4,14 |
| Bittererde . . . | 8,97 |
| Kali . . . . . | 0,36 |
| Natron . . . . | 1,18 |
| Wasser . . . . | 9,08 |
| | 99,39 |

Daraus erhellt eine so nahe Uebereinstimmung, wie es nur bei solchen aus Zersetzungen hervorgegangenen und stets noch in der Umbildung begriffenen Mineralien erwartet werden darf. Dadurch schliesst sich der schwarze Porphyrit auf das Innigste an die älteren Gesteine an. Es dürfte daher wohl nicht gefehlt sein, wenn wir den grünen, hauptsächlich die dunkle Farbe veranlassende Mineralbeimengung als Chloropit bezeichnen.

---

### Zweiter Abschnitt.

## Das Verhalten der Schichtgesteine in gebogenen Lagen.

Die ungemein grossartigen und meist auch sehr starken Biegungen, welche die schwarzen Kalke von Varenna längs der Strasse S. von Bellano aufweisen, bieten eine äusserst günstige Gelegenheit zu näherem Studium der Erscheinungen, welche sich an stark gebogenen starren Gesteinslagen vorfinden, eines Theils weil solche gekrümmte Gesteinslagen hier sehr leicht der Beobachtung zugänglich sind, auch die Krümmungen sich leicht messen lassen und anderen Theils weil die tiefdunkle Färbung des Gesteins zur Wahrnehmung feiner Risse und deren Ausfüllung mit weissem Kalkspath sehr geeignet ist. Es mögen daher hier vorläufig einige Ergebnisse über das Verhalten starrer Gesteine in gebogenen Lagen eine Stelle finden.

Es ist eine fast durchgreifende Erscheinung in unseren Alpen, wie fast in jedem älteren Gebirge, dass die verschiedenartigsten Gesteinslagen stellenweise oft in erstaunenerregender Weise gebogen, zusammengefaltet und gewunden vorkommen; selbst mächtige, sehr feste Kalksteinbänken Quarzitlagen und Sandsteinschichten zeigen Gewölbe- oder Kuppel-ähnliche Biegungen, die sich erst gebildet haben

können, nachdem die Gesteinsmasse vollständig fest und starr geworden war.

In vielen Fällen erkennt man an solchen gebogenen Schichten unzweideutige Spalten und Risse — z. Th. offen oder mit thoniger Erde erfüllt, z. Th. aber durch infiltrirte Mineralsubstanz wieder vollständig verdichtet — längs welcher nach Art der Fugen an Gewölbmauerwerken die Gesteinsmassen bei dem auf sie einwirkenden Seitendruck zerbrachen und sich sodann verschoben haben, um die der Krümmung der Wölbung entsprechende Lage einzunehmen. In vielen Fällen aber glaubt man bei oberflächlicher Besichtigung weder Risse noch Spalten an solchen gebogenen Gesteinslagen selbst in denjenigen Gewölbstücken wahrnehmen zu können, in welchem die Wölbung oder Krümmung am stärksten ist. Es scheint das starre Gestein gebogen ohne Bruch.

Während die Wölbungen starrer Gesteinsmassen, bei welchen fugenartige, wenn auch minder vernarbte Risse und Spalten sich bemerkbar machen, leicht ihre Erklärung finden, scheint eine solche bei Biegungen ohne sichtbaren Bruch auf Schwierigkeiten zu stossen, indem man bis jetzt nicht gewohnt war anzunehmen, dass der Mehrzahl der starren Körper die physikalische Eigenschaft zukomme, über ihre Elasticitätsgrenze hinaus gebogen sich wie duktile oder plastische Körper zu verhalten.

Bis vor Kurzem betrachtete man diese Gesteinsbiegungen einfach als Folge unendlich feiner Zerklüftung, welche für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar, aber zureichend erscheint, um eine der Krümmung der starren Masse entsprechende Bewegung oder Verrückung in den kleinsten Theilchen bewirken zu können. Wer sich mit mikroskopischer Untersuchung von alpinen Schichtgesteinen befasst, findet in den unendlich feinen, durch Kalkspath wieder ausgefüllten Aederchen, welche unter dem Mikroskop hervor-

treten, eine sehr beruhigende Bestätigung dieser Annahme. Das Gestein scheint nur für das unbewaffnete Auge ohne Bruch gebogen, ist in Wirklichkeit aber von zahlreichen Klüftchen in kleinste Theilchen zersprengt. Mit dieser Thatsache glaubte man sich beruhigen zu dürfen bis in neuerer Zeit eine neue Theorie der Biegung starrer Gesteine ohne Bruch in Folge der sog. latenten Platisticät bei grossem Druck von Prof. Heim[27]) aufgestellt wurde, welche sich rasch der Zustimmung in weitesten Kreisen zu erfreuen hatte. Ich vermag mich jedoch derselben nicht anzuschliessen, um so weniger als, wenn man auch ganz absieht von den Bedenken, welche vom rein theoretisch wissenschaftlichen Standpunkte dagegen bei ganz gleichartigen Massen erhoben werden können, bei der Heterogenität der meisten Schichtgesteine, um deren Biegung es sich ja in erster Linie handelt, eine Duktilität oder Plasticität völlig unannehmbar erscheint, auch faktisch durch Experimente nicht erwiesen ist, nach den Erfahrungen und Beobachtungen in der Natur aber auch als unnöthig und überflüssig sich darstellt.

Es ist hier nicht der Ort von theoretischem Standpunkte diese Annahme ausführlich zu erörtern, wie dies neuerlich Dr. Stapf[28]) in seiner vortrefflichen Abhandlung z. Th. versucht hat; es soll nur daran erinnert werden, dass bis jetzt durch kein physikalisches Experiment nachgewiesen ist, es könne jeder feste, wenn auch aus homogenen Molekülen bestehende Körper durch grossen, über die Elasticitätsgrenze gesteigerten Druck in beweglichen Zustand versetzt und bei Nachlassen des Druckes wieder steif und starr werden mit Ausnahme der wenigen sog duktilen[29]) und der

---

27) Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung 1878.

28) N. Jahrb. v. Leonh. u. Geinitz 1879 S. 798—814.

29) Wenn Rothpletz (Z. d. d. g. Ges. XXXI 1879 S. 367) ohne weiteres anführt: „Wir wissen, dass allen Gesteinen ein gewisser

durch Wärme geschmolzenen Stoffe. Dies erscheint aber um so weniger annehmbar in solchen Gesteinen, um deren sog. Duktilität oder Plasticität es sich bei den Gebirgsbiegungen handelt, welche nicht etwa aus gleichartigen Molekülen zusammengesetzt sind, bei deren Verschiebung die Cohäsionskraft wirksam ist, sondern aus heterogenen Fragmenten, aus ursprünglich getrennten Körperchen, Kryställchen oder selbst organischen Substanzen bestehen, welche erst durch Adhäsion oder durch ein Bindemittel von Kalkspath, Quarz, Thon, Eisenoxyd etc. verkittet oder verfestigt worden sind, wie z. B. der (nicht krystallinische) Kalkstein, der Mergel, der Sandstein, der Quarzit, der Gneiss, der Glimmerschiefer, der Thonschiefer. Hier könnte es sich um keine andere Art der Plasticität handeln, als um jene, wie sie im Thon durch Beimischung von Wasser entsteht. Wie ist es aber bei dem Gneiss und Glimmerschiefer, die ja oft in der bizarrsten Weise zickzackförmig gefalten sind, denkbar, dass die heterogenen Gemengtheile Quarz, Feldspath und Glimmer durch Druck gleichmässig latent plastisch würden, und wenn nicht, würde dann nicht der zuerst bei hohem Druck plastisch gewordene Gemengtheil ausgequetscht und ausgeschieden werden müssen, wie gewisse Oele aus dem Fett?

Ist es denkbar, dass ein Material, wie es gewöhnlich die Sedimentkalke zusammensetzt, im plastischen Zustande

---

Grad von Duktilität eigen ist", so möchte es ihm schwer halten, den Beweis für diese Behauptung beizubringen. Ich wenigstens und mit mir vielleicht mancher Andere möchten uns von diesen „Wissenden" ausgeschlossen wissen, es müsste nur R. darunter jene Umformung — er nennt sie eine plastische — verstehen, von der er selbst an anderen Orten (Verstein. der Töde S. 21) sagt, dass durch winzige Sprünge und Verschiebungen, von denen das unbewaffnete Auge nichts wahrnehmen kann, Schichten ohne Verlust ihrer Continuität gewunden sind.

versetzt, einfach sich nur biegen würde, ohne die Form der Schichtung zu verlieren, ohne so zu sagen eruptiv zu werden, wie es bei Thonmassen wirklich vorkommt? Man hat als Beweis der Wirksamkeit der latenten Plasticität sich auf alte Bergwerke berufen, welche mit der Zeit wieder zusammengehen. In der That kommt es bei dem Kohlenbergbau, auch im Salzgebirge und bei unterirdischen Gräbereien auf Kalk, Gyps u. s. w. häufig vor, dass die Oeffnungen von Stollen, Strecken und Oerter sich wieder zusammenthun. Es geschieht dies meist durch das sog. Blähen von Thonlagen. Das ist sehr bemerkenswerth. Beim ersten Betrieb solcher Strecken im thonigen Gestein, wenn man die Thonlagen trocken antrifft, halten sie so fest, wie jede andere Gesteinmasse. Erst mit dem Moment, wo sie feucht und von Wasser durchtränkt werden, beginnt ihre Bewegung, indem der Druck der zunächst aufliegenden Gesteinsmassen, die ja an stets vorhandenen Klüften und Sprüngen sich nach und nach losziehen und sich zu senken beginnen, auf sie wirkt. In Folge dieser Druckkraft werden sie aus ihrer ursprünglichen Lage gepresst, sie blähen sich, werden gleichsam eruptiv und nur die Durchfeuchtung ist hier die Ursache, wesshalb alte Baue, selbst ohne dass Niederbrüche erfolgen, sich wieder schliessen können.

Solche Verhältnisse sind bei thonigem Gesteine auch in ganzen Gebirgslagen, wenn es durchfeuchtet ist, gewiss denkbar und ich zweifle nicht, dass es Fälle gibt, bei welchen solche durchfeuchtete thonige Schichten ohne Bruch sich gebogen haben, aber es sind dies keine festen starren Massen, wie die meisten Kalksteine, die gewiss nicht hieher gerechnet werden können.

Auch ist es denkbar, dass ein z. B. glimmerreiches Gestein unter der Grenze der Elasticität gebogen, in diesem Zustande längere Zeit verharrend durch nachträglich infiltrirte und festgewordene Substanzen in eine bleibend ge-

bogene Lage versetzt werden könne. Das sind aber sicher seltene Fälle, um die es sich hier nicht handelt.

Doch beschreiten wir anstatt aller theoretischen Betrachtungen zunächst praktisch den exakten Weg der Untersuchung und Beobachtung, so möchte ich in dieser Richtung jetzt nur vorläufig einige Resultate und Wahrnehmungen mittheilen, welche, so weit meine Erfahrungen bis jetzt reichen, lehren, dass ich Biegungen ohne Bruch wirklich noch nicht bei starrem Gestein wahrzunehmen vermochte, dass es desshalb mir z. Z. nicht nöthig scheint, neue physikalische Gesetze à priori zu construiren, welche dazu dienen sollen, diese Biegung ohne Bruch zu erklären namentlich bei heterogen zusammengesetztem, starrem, nicht thonigem Gestein.

Wenn irgend ein Material zu Beobachtungen in dieser Richtung günstig sich erweist, so ist es, wie schon bemerkt, das tief schwarze Gestein bei Varenna mit seinen tausendfachen engsten Faltungen und weissen Kalkspathadern. Man beobachtet hier sehr häufig, dass an scharfen Wölbungen der Kalkschichten die Masse von sehr zahlreichen breiten Rissen durchzogen sind, welche von weissen Kalkspath wieder ausgefüllt wurden und desshalb für das Auge auf dem schwarzen Grunde sehr deutlich bemerkbar sich machen. Vielfach laufen diese Risse nach der Längenrichtung der Falten und gehen mehr oder weniger radial nach dem Krümmungscentrum zu. Derartige Fälle beweisen wenigstens das Vorhandensein selbst grosser Berstungen in Folge der Schichtenfaltung. Indess giebt es auch Stellen genug, wo solche dem unbewaffneten Auge sichtbare Zerklüftungen in grösserer Anzahl nicht sofort zu bemerken sind und die Wölbung des Steins ohne Bruch erfolgt zu sein scheint. Ich habe grade von solchen Stellen zahlreiches Material bei Varenna gesammelt und dieses in Dünnschliffen unter dem Mikroscop näher untersucht. Ich muss nun sagen, dass hierbei eine gradezu er-

staunliche Fülle von Klüftchen, Rissen und unendlich feinen Aederchen — alle wieder durch weissen Kalkspath vernarbt, aber trotzdem aufs deutlichste sichtbar — sich ergab, welche mir vollständig genügend erscheint, um eine Verschiebung der Kalkmasse möglich zu machen, wie es die Wölbung der Kalkbank erfordert. So fand ich gebogene Kalklagen, welche auf den Kubikcentimeter berechnet durch Risse, in einem Fall in 640000 kleinste Stückchen, in andern Fällen in 160000 und 90000 zerspalten sind, bei Biegungen, deren Krümmungs-Radius je 0,15; 0,30 und 1 m betrug. Diese kleinsten, meist ungleich grosse Stückchen waren v o r ihrer Wiederbefestigung durch in die Risse infiltrirte Kalkspathsubstanz gewiss sehr leicht verschiebbar. Dass sie sich wirklich vielfach verschoben haben, lässt sich nicht selten u. d. M. daran erkennen, dass in Nachbarstückchen kleine Streifchen von beigemengten kohligen Substanzen nicht mehr genau in entsprechender Lage sich befinden. Wie gering jedoch eine solche Bewegung oder Verschiebung der kleinsten Stückchen selbst bei einer sehr starken Krümmung einer Kalkbank erforderlich war, lässt sich nach der Grösse des Krümmungsradius leicht bemessen. Annäherungsweise ist z. B. die zur Bogenwölbung erforderliche Verrückung eines beiläufig viereckigen Stückchens von 0,001 m in Länge, Breite und Dicke wie solche ungemein häufig beobachtet wurden, bei einem Krümmungsradius von nur 0,25 m. ungefähr ein Millionstel Meter. Dass solche minimale Verrückungen kleinster Bruchstückchen für das unbewaffnete Auge nicht mehr sichtbar sind, ist selbstverständlich und daher rührt es in den meisten Fällen, dass bei festen Gesteinsbänken die Krümmung s c h e i n b a r o h n e Bruch erfolgt ist und das Material gleichwohl so fest erscheint, wie nicht zertrümmertes, weil die feinsten Risse durch Kalkspath, Eisenoxyd, Quarz und andere Mineralsubstanzen wieder ausgefüllt worden sind, sohin das zerbrochene Gestein gleichsam wieder ausgeheilt ist.

Ist der Krümmungsradius sehr gross, so bedarf es keiner Zerklüftung in kleinste Theilchen, um eine für das unbewaffnete Auge unbemerkbare Verschiebung zu einer Krümmung im Gestein zu erzeugen; es genügt z. B. beiläufig bei einem Krümmungsradius von 50 m. eine Zerklüftung, bei welcher die Kluftflächen oder Risse selbst 0,1 auseinander liegen können. Wir sehen daraus, dass es in vielen Fällen nur einer geringen Zerklüftung des Gesteins bedarf, wie solche in stark geneigten Gebirgsschichten wohl nirgend fehlen wird.

Bei dem schwarzen Kalk von Varenna ist es desshalb wohl nicht nothwendig, selbst bei der stärksten Zusammenfaltung seiner Schichten anzunehmen, dass hier die Biegung ohne Bruch in Folge einer latenten Plasticität des Kalksteinmaterials erfolgt sei. Ich füge ausdrücklich hinzu, dass bei allen den zahlreichen untersuchten Proben mir keine in die Hände gekommen ist, welche nicht eine solche Zertrümmerung in kleinste Gesteinsstückchen unzweideutig gezeigt hätte.

Dieser Nachweis beschränkt sich aber nicht bloss auf auf die schwarzen Kalke von Varenna, ich glaube sagen zu können, dass die Zertrümmerung stark gebogenen festen Gesteins eine ganz allgemeine und durchwegs vollständig reichlich genug sei, um die Biegung der Schichten durch Verrückung dieser kleinen Bruchstücke und nachträgliche Wiederverkittung der verschobenen Fragmente in befriedigendster Weise zu erklären.

Einige weitere Beispiele können dafür als Beleg angeführt werden. So zeigt der Hauptdolomit zwischen Introbbio und Lecco gleichfalls eine ungemein starke Biegung der Schichten. Ein aus dem am stärksten gebogenen Theil einer Bank genommenes Stück lässt im Dünnschliff eine Zertrümmerung in 120 Stückchen auf 1 Quadratcentimeter bei einem Krümmungsradius von 0,25 m. erkennen.

Zu den am meisten gewundenen und gebrochenen Bild-

ungen in den Alpen gehört der Flysch.[30]) Ich habe eine grosse Anzahl von mergeligem und kieseligem Flyschgestein mit selbst an Handstücken noch erkennbarer Biegung in Dünnschliffen untersucht und auch an diesen ausnahmslos eine erstaunliche Zertrümmerung wahrgenommen. An einem Flyschmergel aus der Bolgenach fanden sich 1000 Stückchen auf den Quadratcentimeter des Dünnschliffs, aus dem Murnauer Köchel 800 u. s. f., an allen untersuchten Proben in verschiedenen Graden bis herab zu 9—10 Trümmerstückchen, deren geringe Zahl immer noch vollständig genügt, um bei selbst kleinem Krümmungsradius eine für das unbewaffnete Auge nicht mehr unterscheidbare Verrückung gegen die frühere Lage der Krümmung entsprechend einzugehen.

Unter den alpinen Schichtgesteinen besitzen gewisse Gebilde der Lias- und Juraformation eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit dem Flysch. Ich meine in erster Linie die kieselreichen, Hornstein-führenden und auch Algen einschliessenden Algäuschiefer[31]), deren viel ver-

---

30) Ich will die bei dieser Untersuchung gemachte Entdeckung hier wenigstens im Vorübergehen berühren, dass alle die mergeligen Varietäten und auch viele der sandigen Abänderungen (sog. Kalkhornsteine) sich als ein Haufwerk von Spongiennadeln erweisen. Viele dieser Gesteine bestehen vorzugsweise aus Schwammnadeln, die durch ein mergeliges Bindemittel verkittet sind. Diese ganz unerwartete, neue Thatsache ist sehr geeignet, ein helleres Licht auf die Bildung des Flyschgesteins um so mehr zu werfen, als diese Anhäufung von Schwammnadeln dem alpinen oligocänen Flysche eben so eigen ist, wie dem gleichalterigen Wiener- oder Karpathensandsteine und dem italienischen Macigno des Apennins. Merkwürdig ist dabei, dass es meist einfache Stabnadeln sind, nur selten ankerförmige und Hexaktinilidennadeln.

31) Dieser Aehnlichkeit mit dem Flysch entspricht nun auch nach meinen neuesten Untersuchungen die Thatsache, dass sehr viele kieselreiche Liasschiefer gleichfalls fast nur aus Schwammnadeln zusammengesetzt sind. Es war mir das Vorkommen von Schwammnadeln schon früher

schlungene Lagen in dem Algäugebirge so prächtig entblösst sind. Auch von dieser stand mir ein reiches Material gekrümmter Schichten für die Untersuchung zur Verfügung. Sie zeigen durchweg eine nicht weniger reiche Zertrümmerung in kleinste, mikroskopische Stückchen, wie die Flyschgesteine oder der Varennakalk. Gleich verhalten sich auch die Hornstein-reichen schwarzen Liasschiefer bei Lecco und in dem Hintergrunde des Chiamuerathals bei Ponté.

Wahrhaft erstaunlich ist vollends die Zertrümmerung der rothen Hornsteinmassen der Juraaptychenschichten, welche oft wie in ein Pulver verwandelt erscheinen, zwischen deren Staubähnliche Theilchen sich wieder Quarzsubstanz, den Bruch heilend, abgelagert hat. Auch die jüngeren Tertiärablagerungen, die mittel- oder oberoligocänen, sind am Fuss unserer Alpen in die grossartigsten und oft engsten Falten zusammengebogen. Die Pechkohlenflötze der letzteren, auf denen ein grossartiger Bergbau bei Miesbach, Pensberg und Peissenberg umgeht, geben nicht nur eine günstige Gelegenheit derartige Biegungen, die durch den Bergbau aufgeschlossen werden, kennen zu lernen, sondern auch mit mathematischer Sicherheit durch markscheiderische Vermessungen deren Krümmungen zu bestimmen. Ich verdanke den Verwaltungen dieser Kohlenwerke sowohl zahlreiche Aufschlüsse, als auch das Untersuchungsmaterial namentlich von solchen Stellen, wo der Bergbau die Krümmungen angefahren und oft auch den Krümmungsmulden nach als tiefste Punkte in langen Strecken verfolgt hat. Es herrscht darüber nur e i n e Erfahrung, dass nämlich an solchen Stellen das Gestein, wenn auch nicht für das Auge sichtbar, so doch beim Betrieb der Baue wahrnehmbar gebrech und unganz, die Kohle aber oft in mulmigen Staub

---

an abgewitterten Stücken z. B. von Goisern bekannt, ich glaubte ihm nur früher keine allgemeinere Bedeutung beilegen zu dürfen, wie sich dieselbe nunmehr herausstellt.

zerrieben, meist durch infiltrirten weissen Kalkspath weissscheckig oder versteinert (Bergmannsdruck) ist. Wo Stinkkalk in Zwischenlagen die Kohlenflötze begleitet, zeigt sich derselbe oft, wie auch der begleitende Cementmergel, gebogen, ohne deutlich sichtbaren Bruch, ohne Spalte oder Kluft. Sobald man aber auch an diesem Material Dünnschliffe mikroskopisch untersucht, findet man die feinsten Zerstückelungen, an denen sich die Verrückungen der einzelnen Theilchen zu gewölbartigen Bogen, oder wannenförmigen Mulden vollzogen haben. In der Grube Pensberg kommen solche Schichtenbiegungen auf Flötzen vor, bei welchen der Krümmungsradius nur 3 1/4 m. beträgt, im Miesbacher Revier öfter solche von 15—20 m. Krümmungsradien; hier lassen sich die Beobachtungen mit aller Schärfe anstellen.

Auch im ausseralpinen Gebiete sind derartige Schichtenbiegungen ohne deutlichen Bruch bekannt genug. Ich habe bereits bei der geognostischen Beschreibung des Fichtelgebirgs Veranlassung genommen, mich über die Art derartiger, selbst kuppelförmiger Wölbungen auszusprechen und ihre Erklärung zu geben versucht, die ich auch jetzt noch als ganz zutreffend aufrecht halten kann. (Geogn Besch. Bayern. Bd. III S. 632 u. ff.) Ich habe (S. 634) als die Ursache dieser scheinbaren gleichförmigen Biegung eine unendliche Zerspaltung des Gesteinsmaterials angegeben und bin nun nach wiederholtem Besuch solcher Fundstellen in der Lage, selbst nähere Zahlenangaben zu machen. An den Häusern bei Geigen ungefähr 3 km. weit von Hof im Fichtelgebirge ist durch einen grossen Steinbruch eine kuppelförmige Wölbung des oberdevonischen Clymenienkalkes vollständig aufgeschlossen. Die Wölbung geht nach einer Seite hin rasch in eine sattelförmige über. Durch die Steinbrucharbeiten sind gleichsam die einzelnen Schalen, hier die Gesteinschichten, staffelförmig abgebrochen, wodurch ein tiefer Einblick in den Aufbau gewonnen werden kann. Da wo die Kuppel eben frisch erst

aufgedeckt worden ist, erscheint in Folge der die Kalkschichten rindenartig überdeckenden thonigen Kruste das Gewölbe vollständig ganz und ohne sichtbaren Bruch gebogen, an Stellen dagegen, wo in Folge längerer Bloslegung die Atmosphärilien schon das Werk ihrer Abnagung begonnen haben, treten wenigstens grössere Risse und Sprünge deutlich erkennbar hervor. Die aus der Mitte der Kuppel gesammelte Stücke wurden nun, nachdem Dünnschliffe nach verschiedenen Richtungen daraus hergestellt worden waren, einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Hierbei zeigte sich dieselbe Zerstückelung in kleinste, durch infiltrirten Kalkspath wieder felsenfest verkittete Stückchen, wie in den Alpengesteinsproben. Bei einem Krümmungsradius [32]) von 0,45 m ergaben sich auf ein Quadratcm. die Durchschnitte von 16 Theilchen. Auch hierbei ist die Grösse der Verrückung der einzelnen Theilchen von der ursprünglichen Lage nach der Schichtebene in die nachträgliche der Schichtenwölbung eine so kleine, dass sie für das unbewaffnete Auge völlig unerkennbar ist.

Nicht weniger lehrreich ist ein Steinbruch in gleichen Clymenienkalklagen O. von Hof im sog. Krähenhölzchen. Hier erkennt man an den staffelförmigen Abbruchsstellen der Schichten des gleichfalls kuppelförmigen Gewölbs schon

---

32) Da es sich hier, nicht um mathematisch absolut richtige Zahlen, sondern nur um Annäherungswerthe handelt, suchte ich die Krümmung als eine beiläufig kugelförmige angenommen, dadurch zu bestimmen, dass ich starken, aber doch noch leicht biegsamen Bleidraht auf die Wölbung legte und andrückte. Das Blei nahm genau die Krümmung an, welche sich nun mit Hilfe dieses gekrümmten Bleidrahts auf ein grosses Blatt Papier übertragen liess. Bestimmungen nach mehreren Richtungen lieferten in ihrem Mittelwerth Anhaltspunkte für die Ermittelung des beiläufigen Krümmungsradius durch Halbiren mehrerer gezogener Sehnen und Verlängerung der Normalen auf den halbirten Sehnen bis zu ihrem Schnittpunkte.

ohne Weiteres sehr deutlich eine grossartig radienförmige Zerspaltung des Gesteins. Doch fehlt auch hier die bis in's Kleinste gehende Zerstückelung des sehr dichten Kalks nicht. An den aus den mittleren Theilen des Gewölbs genommenen Lagen kann man auf den Quadratcm. des Dünnschliffs 25—30 Stückchen zählen; der Krümmungsradius beträgt hier ungefähr 3 m. Ein drittes sehr schönes Beispiel bietet der Gewölb-artig gebogene Bergkalk in dem grossen Steinbruche von Regnitzlosau im Fichtelgebirge. Der schwarze Kalk ist hier, wie bei dem Varennagestein, von feinsten weissen Kalkspathäderchen durchzogen, die sich auf's deutlichste in Dünnschliffen wahrnehmen lassen. Eine Wölbung mit 0,60 m Krümmungsradius enthält in den aus der stärksten Biegung genommenen Theilen Gestein, welches eine Zerstückelung von 25 Theilchen auf den Qcm. der Dünnschlifffläche erkennen lässt.

Noch reichlicher zerstückelt zeigt sich der Kieselschiefer dieses Gebirgs, welcher oft in sehr enge Falten zusammengebogen ist. Dieses spröde Material ist aber trotz seiner starken Zertrümmerung durch weisse Quarzmasse, welche auf die früheren Risse sich abgesetzt hat, wieder so fest verbunden, wie es vordem war. Ein Lyditstückchen aus einer stark gekrümmten Lage von nur 0,16 K.-R. aus dem Kieselschieferbruche bei Leimitz, O. v. Hof lässt u. d. M. eine Zerstückelung von 260 Stückchen auf einen Qcm der Dünnschlifffläche zählen.

Es würde ermüden, noch zahlreichere Beispiele auch aus anderen Gebieten z B. den carbonischen und postcarbonischen Schichten der Rheinpfalz, aus der mir Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht, anzuführen. Ich kann nur aus meinen bisherigen Beobachtungen wiederholen, dass mir noch kein Gestein aus stark gebogenen Lagen unter die Hand gekommen ist, welches nicht so reichlich zerstückelt sich erweist, dass dasselbe ohne für das unbewaffnete Auge sichtbare Verrückung eine der Wölbung entsprechende Lage

hätte annehmen können. Existirt aber eine solche Zertrümmerung des festen und starren Materials der meisten unserer heterogen zusammengesetzten Schichtgesteine, welche es möglich macht, ohne sichtbaren Bruch eine Verschiebung zu geröllartigen Biegungen einzugehen, so sehe ich die Nöthigung nicht ein, diesen starren Massen eine besondere Eigenschaft der latenten Plasticität zu oktroiren.

Diese unendliche Zerstückelung der Schichtgesteine ist nicht etwa eine neue Entdeckung, sie will auch hier durchaus nicht als solche besprochen worden sein, sie ist altbekannt und allseitig auch anerkannt. So weit sie mit unbewaffnetem Auge sichtbar ist, gibt das prachtvolle Werk Heim's selbst zahlreiche Belege hiefür. Auch Rothplez spricht bereits von winzigen, für das unbewaffnete Auge nicht wahrnehmbaren Sprüngen und Verschiebungen, durch welche die Schichten ohne Verlust ihrer Continuität gewunden sind und der scharfe Beobachter des Gotthardtunnels Stapf führt (a. a. O.) ins Auge springende Zerklüftungen der Gesteine des Gotthardtunnels bis zu staubartigem Pulver an.

Man hat, diese Zertrümmerung zugegeben, aber trotzdem in Frage ziehen zu müssen geglaubt, ob diese Zerstückelung in genetischem Zusammenhange mit der Erscheinung der Schichtenbiegung stehe, da ja jeder starke Druck, auch wenn er eine gewölbartige Aufbiegung der Schichten nicht bewirkt, eine mehr oder weniger starke Zerstückelung verursacht. Auch in dieser Richtung habe ich einige vergleichende Untersuchungen angestellt und gefunden, dass dieselben Gesteinsmassen an Stellen, wo sie gebogen sind, ungleich reichlicher zerklüftet sind, als an selbst benachbarten Stellen einer nicht gekrümmten Lage bis zum fast völligen Verschwinden dieser Klüfte. Nach allen meinen Erfahrungen steht der Grad der Zerstückelung direkt im Verhältniss zu der Schichtenbiegung und der Sprödigkeit des Gesteinsma-

terials, welches gebogen wurde. Es muss daran erinnert werden, dass es sich hier immer und ausschliesslich um die Biegung an Gesteinsmaterial handelt, welches vor der Biegung bereits verfestigt war. Ich sehe viele zickzackförmige Schichtenknickungen, wie solche hauptsächlich bei den älteren krystallinischen Schieferbildungen, besonders dem Glimmerschiefer und Phyllit vorkommen, nicht als Erscheinungen an, die sich erst nach der völligen Verfestigung des Gesteins vollzogen haben, so wenig wie die Biegung austrocknender Thonkrusten oder die schalige Umhüllung von Kalksteinmaterial um ausgeschiedene Hornsteinknollen. Aehnliche Biegungen und Windungen fanden auch in durchfeuchteten Thon- oder Mergelmassen z. B. in Lagen statt, in welchen sich Anhydrit in Gyps verwandelte oder Gyps, Steinsalz und ähnliche Salze aus einer breiartigen Masse auskrystallisirten. In noch nicht erhärteten oder bei thonig mergeligem Material bei erneuter Durchfeuchtung nach der Verfestigung kann zweifellos eine Verschiebung und ein Ausquetschen der Masse stattfinden. Dahin gehört eine grosse Anzahl der sog. deformirten Versteinerungen, welche man wohl auch z. Th. als Beweis der Umformung bereits festgewordenen Gesteins ohne Bruch angeführt hat.

Die ausgedehnten Sammlungen des hiesigen paläontologischen Museums, wie die der geognostischen Landesaufnahme, lieferten mir auch zur Erörterung dieser Frage, gutes Material in Hülle und Fülle. Ich theile einige Erfahrungen hierüber mit.

Zunächst verdient hervorgehoben zu werden, dass verdrückte oder deformirte Versteinerungen vorherrschend in thonigen oder mergeligen und seltener in mergelig-kalkigen oder thonig-sandigen Gesteinslagen vorzukommen pflegen, welche in feuchtem, noch nicht verfestigtem Zustande bis zu einem gewissen Grade plastisch sind, also eine Verschiebung ihrer Masse gestatten.

Ferner ist hervorzuheben, dass Verunstaltungen der Versteinerungen fast ausschliesslich an Steinkernen wahrgenommen werden, und dass, wenn deformirte beschalte Exemplare gefunden werden, sofort die Brüche und Zertrümmerungen an der Schale leicht nachzuweisen sind, an denen ein Zusammenbrechen oder eine Verschiebung einzelner Theile stattgefunden hat. Am merkwürdigsten und lehrreichsten ist die Thatsache, dass deformirte Steinkerne und nicht deformirte beschalte Exemplare in derselben Schicht durch einander gemengt vorkommen z. B. ganz verschobene Steinkerne von *Ammoniten*, *Gastropoden* und *Dimyarien* unter wohl erhaltenen Echinodermen, Belemniten und Muscheln mit dicker Stabröhrchenschicht, *Ostrea*, *Perna*, *Pecten* etc. etc.

Verunstaltete Versteinerungen kommen ganz unabhängig von Schichtenbiegungen und Zusammenfaltungen in Gebirgen vor, in denen die Schichtgesteine weithin in horizontaler Lagerung sich befinden (schwäbisch-fränkisches Juragebirge, Kreideschichten von Haldem) und in zusammengefalteten Gesteinsschichten beschränken sie sich nicht etwa auf die gebogenen oder gekrümmten Theile der Schichten, sondern sind ganz unabhängig hiervon in dem Gestein vertheilt, in den Krümmungen aber gebrochen, geknickt, verschoben durch Sprünge und Risse, wie das Gestein selbst, welches sie beherbergt. Als Belege hiefür können die durch Steinbrüche weithin aufgeschlossenen, zwar stark geneigten, aber nicht gekrümmten Neocomschichten bei O. Wessen, die Cementsteinbrüche im Lias des Gastätter Grabens, die Brüche im Mergel der Häringer Schichten u. s. w., im Fichtelgebirge die nicht gebogenen Schichten des Clymenienkalks gelten.

Was die Verzerrung der Steinkerne angelangt, so fällt diese Erscheinung im Allgemeinen nach meinen Beobachtungen meist mit der Zeit zusammen, in welcher das um-

hüllende Material noch nicht verfestigt, durch Druck und Seitenschub in eine gewisse Bewegung versetzt werden konnte, wobei das Steinkernmaterial, wie die übrige Gesteinmasse mit verschoben wurde. Wiederdurchfeuchtung bereits fester thoniger Gesteine lässt gleichfalls dieselbe Erscheinung zu. Dies beweist das Zusammenvorkommen deformirter Steinkerne und nicht deformirter Schalenexemplare. In einzelnen Fällen beobachtete ich (*Amm. tenuilobatus*-Schichten vom Würgauer Berg), dass die Wohnkammertheile der *Ammoniten*, die als Steinkerne vorhanden waren, verschoben, die gekammerten und beschalten übrigen Theile dagegen vollkommen wohlerhalten sich vorfanden. Indem ich zahlreiche beschalte Versteinerungen besonders *Belemniten*, *Orthoceras*, *Crinoideen*-Stacheln, auch *Gasteropoden*, bei welchen Deformationen vorkommen, einer näheren Untersuchung unterzog, überzeugte ich mich, ohne auf eine Ausnahme zu stossen, dass solche Verzerrungen immer mit Brüchen verbunden sind, die meist schon mit blossem Auge deutlich wahrnehmbar, in ihrer ganzen Fülle aber erst recht zur Erscheinung kommen, wenn man die Stellen schwach anätzt und nun mit starker Lupe betrachtet. *Orthoceras*-Exemplare aus den böhmischen Silur- und Fichtelgebirgischen Devonschichten sind gerade nicht häufig als Steinkerne ausgebildet in diesem Falle jedoch immer verdrückt. Schalenexemplare sind entweder in der Form erhalten, oder aber etwas platt gedrückt oder gekrümmt. In diesen Fällen konnte ich immer die Längsrisse und die Quersprünge nachweisen, letztere auf der einen convexen Krümmungsseite etwas klaffend, auf der concaven Seite fein und eng zusammenlaufend. Bei den *Belemniten* ist es eine ungemein häufige Erscheinung, dass der ausgehöhlte Alveolentheil zusammengedrückt und gequetscht ist, wobei die Brüche ganz deutlich sichtbar sind. Auch bei dem massiven übrigen Theil der *Belemniten* kommt sehr häufig eine Krümmung vor —

abgesehen von der Zertrümmerung und Zerreissung in einzelne auseinander geschobene Stücke. Es liegt eine Reihe solcher bogenförmig gekrümmter *Belemniten* vor mir aus dem alpinen und ausseralpinen Gebiet, deren Krümmung auf die unzweideutigste Weise erst in Folge von Zerreissung durch ungemein zahlreiche Querrisse in der Weise erfolgt ist, dass auf der convexen Seite die Risse oft ziemlich weit klaffen und von Kalkspath ausgefüllt sind, während sie auf der concavgebogenen Seite äusserst fein erscheinen. An einem doppelt gekrümmten Exemplar des *B. giganteus* aus dem Dogger des Nipfs von Bogfingen wechseln die klaffenden Risse von einer Seite der Krümmung zur anderen.

Auch die von Heim auf Tafel XIV und XV seines berühmten Werkes abgebildeten, äusserst interessanten verzerrten *Belemniten* beweisen meiner Meinung nach das Gegentheil von der latenten Plasticität starrer Felsmassen. Denn wir sehen hier eine unendliche Zertrümmerung der Belemniten und die unzweideutige seitliche Verschiebung an diesen Querrissen. Dass einzelne Stückchen ohne grobe Risse sind, wie bei dem Exemplar Fig. 4 Taf. XIV ist nicht auffällig; die feinsten Risse werden sich aber sicher zeigen, wenn man diese Theile mikroskopisch untersucht. Was den *Belemnit* in Fig. 15 Tafel XIV anbelangt, der ohne Bruch gestreckt sein soll, so möchte schon aus der vortrefflichen Zeichnung die Zertrümmerung dieses Exemplars herauszulesen sein. Die höchst merkwürdige Erscheinung der zerbrochenen und stückweise auseinander gerissenen *Belemniten* (Fig. 3 und 4 Tafel XIV), wobei der nach der Zerreissung und Verschiebung theilweise leer gewordene Raum zwischen den einzelnen Bruchstücken mit Kalkspath und nicht mit Gesteinsmaterial ausgefüllt ist, beweist allerdings, dass die Verschiebung erst nach dem Festwerden des Materials stattgefunden hat, aber nichts für das Plastischwerden desselben, weil dann dasselbe denn doch wohl in die leeren

Zwischenräume eingedrungen wäre. Ich kann natürlich nicht ohne nähere Untersuchung behaupten wollen, dass das Nebengestein ebenso stark zertrümmert wurde, wie der *Belemnit*, doch scheint mir nur unter dieser Annahme allein ein bleibender Hohlraum möglich, der sich später mit Kalkspath ausfüllen konnte. Ich kann nur von ganz analogen Erscheinungen an den gestreckten *Belemniten* aus dem Ries bei Nördlingen angeben, dass hier das Nebengestein fast in Staubtheilchen zermalmt erscheint, welche durch infiltrirten, klaren Kalkspath nachträglich wieder zu festem Fels verkittet worden sind. Es sind ganz kleine, abgesprengte und bei Seite geschobene Stückchen dieser *Belemniten* wirr durcheinander liegend wieder so fest verbunden, wie die unzerbrochenen Theile. Dasselbe gilt von der ganzen umhüllenden Gesteinsmasse. Bei diesen *Belemniten* beobachtet man häufig, dass gewisse Risse nach und nach sich auskeilen, selbst unter dem Mikroskop nicht mehr weiter verfolgt werden können. Ich vermag dies eben so wenig als ein Zeichen anzusehen, dass die Masse an dem sich auskeilenden Spaltenende duktil sei, wie bei der allbekannten Erscheinung, dass Glas oder ein Thongefäss nur einen kurzen Sprung erhält; an dem sich auskeilenden Sprungende war die sich fortpflanzende Erschütterung einfach nicht mehr grösser, als die Elasticität des Materials, erst über die Grenze der Elasticität tritt ja Bruch ein.

Die Versuche, welche Herr Prof. Bauschinger an Gesteinsplatten vorgenommen hat, lehren, dass das Gesteinsmaterial bis zu einem gewissen Grad elastisch biegsam ist. Ueber die Grenze gebogen bricht das Material, behält aber in vielen Fällen in Folge der mechanischen Verzackung der einzelnen Theilchen auf den Bruchflächen in schön geschwungener Bogenform einen Zusammenhang, der genügen würde, falls sich in die entstandenen Risse z. B. Kalkspath

absetzen würde, wieder feste, nunmehr gekrümmte Gesteinsplatten darzustellen.

Dass harte und spröde Gesteinsmassen unter Umständen plastisch werden können, wurde schon früher bei der Erklärung des Zusammenthuns von alten Bergwerken erwähnt. Ein sehr lehrreiches Beispiel findet sich in den böhmischen Steinkohlenbergwerken, bei Pilsen, bei welchen eine grünliche Thonstein-ähnliche Gesteinslage, der sog. Schleifstein, über dem Kohlenflötz liegt. Bei dem frischen Aufschluss des Gebirgs durch Strecken ist diese Masse ungemein hart und steht vorzüglich. Sobald aber Grubenfeuchtigkeit oder Wasser auf dieselben einwirkt, verwandelt dieselbe sich in ein mehr oder weniger plastisches Material, das nun selbst bei geringem Druck beweglich und ausgepresst wird. In demselben eingeschlossene Pflanzenreste werden dabei zerrissen, auseinander geschoben und ihre einzelne Theile durch dazwischen eindringende Gesteinsmasse getrennt. An solchen Stellen wird dann auch die Grubenzimmerung stark gedrückt, die Kappen zuerst gebogen und gekrümmt, über die Elasticitätsgrenze aber belastet, wenn auch durch einen sehr allmählig zunehmenden Druck endlich geknickt und gebrochen. In dem Bergbau, bei dem denn doch die Wirkungen des Gebirgsdrucks in der ausgedehntesten Weise zu beobachten die allseitigste und beste Gelegenheit sich darbietet, hat man, so weit ich die Literatur kenne und meine eigene Erfahrungen reichen, noch Nichts gefunden, was an eine Biegung fester, spröder Gesteine ohne Bruch erinnern könnte. Dass Stollen oder Strecken in Granit und Urgebirgsfelsarten, in Sandstein, Thonschiefer, Kalkstein, überhaupt nicht thonreichem oder mergeligem Gestein auf andere Weise, als durch Zusammenbruch sich wieder ausfüllten, ist bis jetzt thatsächlich noch nicht beobachtet worden.

In die Reihe der hieher gehörigen Erscheinungen lassen sich auch die sog. verschobenen Steinsalzwürfel von Berch-

tesgaden und von Gössling zählen. Besonders sind erstere bemerkenswerth und mit deformirten Versteinerungen in Parallele zu stellen. Bei ihnen ist häufig der ganze verschobene Würfel wieder mit Steinsalz ausgefüllt — in andern Fällen nur mit einer Gypsrinde überzogen, sonst hohl. Schon Quenstedt[33]) bemerkt, dass dieses Steinsalz in den oft stark verzerrten Würfeln nicht nach den schiefen Winkeln, sondern stets rechtwinkelig spaltet, was ich ausnahmslos bestätigt finde. Man könnte diese im Salzthon vorkommenden verzerrten Krystalle als durch Druck erzeugt ansehen. Das ist nun aber thatsächlich nicht der Fall, vielmehr ist die Erscheinung dadurch zu erklären, dass man annimmt, der durch Wasser leicht feucht werdende und dann etwas plastische Salzthon sei, nachdem er längst verfestigt war, durch irgend eine Veranlassung wieder vom Wasser durchtränkt worden, welches das in Würfelkrystallen eingeschlossene Steinsalz auflöste. In Folge dieser Durchfeuchtung wurde der nunmehr etwas plastische Salzthon durch irgend einen Druck etwas geschoben und dadurch erlitten auch die durch das Auflösen des Steinsalzes leer gewordene Krystallräume mit eine Verschiebung. Bei erfolgtem Austrocknen setzte sich nun zunächst der schwerer lösliche Gyps an den Wandungen dieser Hohlräume ab und später füllte sich z. Th. der übrige Raum mit Steinsalz an, das unbekümmert um die Form des Umfassungsraums regelmässig spaltet. Dass der Salzthon jedoch nur in geringem Grade plastisch war, geht aus dem Umstande hervor, dass bei vielen dieser Krystallräume in die umgebende Thonmasse hineinreichende Risse an den Kanten sich bemerken lassen, die gleichfalls mit infiltrirtem Gyps ausgefüllt sich zeigen. Aehnlich verhält es sich mit den häufig im Röth und auf Schichtflächen des Keupermergels vorkommenden verschobenen Würfeln die

33) Epoche der Natur S. 109.

anstatt mit Gyps oder Steinsalz mit Gesteinssubstanz ausgefüllt sind. Hier muss die Ausfüllung des gleichfalls durch Auflösung der Steinsalzkrystalle entstandenen Hohlraums in einer Zeit vor sich gegangen sein, als bei noch feuchtem und verschiebbarem Zustande der Schichtenmasse der auflastende Druck letztere in den Hohlraum von unten einzupressen vermochte.

Es wäre interessant, bei Pseudomorphosen in festem Gesteinsmaterial die Aufmerksamkeit auf etwa erlittene Formänderung zu richten. Nur im Vorübergehen sei bemerkt, dass ich zahlreiche sog. gekrümmte[34]) Krystalle, namentlich solche, die in langen Säulen und Nadeln ausgebildet vorkommen, untersucht habe, z. B. zahlreiche Turmalien aus den Alpen und aus dem bayerischen Walde, ebenso Beryll, dann Epidot, Quarz (nicht die sog. gewundenen Bergkrystalle aus der Schweiz) deren Biegung deutlich durch gröbere und feinere Risse erfolgt ist, wobei die Risse einseitig auf der convexen Seite weiter klaffen (natürlich durch infiltrirte Mineralsubstanz wieder ausgefüllt) während sie nach der concaven Seite der Krümmung hin verschwindend fein werden.

Ueber das Verhalten starrer Mineralmassen unter hohem Druck habe ich einige Beobachtungen angestellt, welche vielleicht nicht ohne Interessen sind. Ich glaubte zunächst das Verhalten der einzelnen Mineralien, welche häufig als Gesteins-bildende auftreten, prüfen zu sollen. Hierbei hatte ich mich der ausgiebigsten Hilfe des Herrn Prof. Bauschinger zu erfreuen, welcher die Vorrichtungen herstellen und die Druckproben vornehmen liess.

34) Man darf mit dieser Erscheinung nicht jene vermengen, bei der schon im Moment der Entstehung eine Krümmung der Nadeln durch eine Streckung erfolgt, wie beim Glaubersalz und Salpeter, wenn sie aus porösen Stoffen herauskrystallisiren und wenn Eisnadeln im Winter aus feuchtem Boden oder Mauern hervorschiessen nnd oft haarförmig gekrümmt erscheinen.

Für diese aufopfernde Gefälligkeit glaube ich hier ausdrücklich meinen Dank aussprechen zu sollen.

Diese Versuche wurden durch den grossen Apparat bewerkstelligt, welcher Herrn Prof. Bauschinger zur Vornahme seiner bekannten Versuche dient und zwar zuerst in einer unzerlegbaren Hülse und durch einen in diesen passenden Stempel mit Materialcylinderchen von 1 Qcm. Fläche, und ung. 0,01—0,005 m. Höhe, später mit zerlegbarer Hülse unter Anwendung eines Drucks von 22000 bis 26000 Atmosphären.

Fleischrother Orthoklas aus dem Pegmatit von Bodenmais wurde in einem Cylinderchen senkrecht zur basischen Fläche langsam einem Druck von 22000 Atmosphäre ausgesetzt, wobei sich ein starkes Knirschen hörbar machte. Nach dem Herausnehmen aus der zerlegbaren Hülse war die Mineralmasse in eine feinkörnige und staubartige Masse verwandelt, bei welcher nur einzelne Stückchen noch etwas Zusammenhalt behielten. In eine kleine nabelförmige Vertiefung der Hülse war die Substanz hineingedrückt, aber hier so von feinstaubartiger Beschaffenheit, dass die Masse bei dem Berühren sofort zerfiel. Die grösseren, noch einigen Zusammenhalt besitzenden Stückchen waren gleichfalls in unendlich viele Theilchen zerdrückt, so dass sie Flüssigkeit begierig aufsaugten; doch zeigten sie noch deutlich in der betreffenden Richtung die spiegelnden Spaltungsflächen, jedoch nicht als eine gleichheitlich zusammenspiegelnde, sondern so, als ob dieselbe fein facettirt wäre. Weder an den Druck-, noch Seitenflächen war eine Spur erlittener Schmelzung wahrzunehmen. Dünnschliffe liessen zwar die unendliche Zerklüftung, aber kein abweichendes optisches Verhalten wahrnehmen.

Quarz zeigte in einem in der Richtung der Hauptachse aus einem vollständig reinen, wasserhellen Bergkrystall von St. Gotthard geschnittenen Cylinderchen, demselben Druck ausgesetzt, gleichfalls eine völlige Zertrümmerung in

mehr nadelförmige, meist wasserhelle, nur stellenweis getrübte Splitterchen, die in nur wenigen Stückchen noch einigen Zusammenhalt besassen. Unten in der schon genannten nabelförmigen Vertiefung befand sich völlig pulverige, weisse Quarzmasse. Der Hauptsache nach lagen die langgezogenen Splitter senkrecht zur Wandfläche ungefähr strahlenförmig und zeigten einen muscheligen Bruch.

Aus einem wasserhellen isländischen Kalkspath wurde in der Richtung der Hauptachse ein Cylinderchen von 0,01 m. Länge geschnitten. Dasselbe einem Druck von 22000 Atm. ausgesetzt, verwandelte sich in einen völlig undurchsichtigen, aber noch vollständig ganzen Körper, welcher nach den regelmässigen Spaltungsflächen leicht sich theilen liess, ausserdem aber auch noch unregelmässig mit muscheligem Bruche leicht in splitterige Stückchen zerbröckelte; dabei besassen die Spaltflächen den normalen Spiegel, während auf dem unregelmässig muscheligen Bruche eine Art Glasglanz sich zeigte. Sehr bemerkenswerth ist, dass sowohl in die Vertiefung des Bodens, als auch in die feinen Spalten zwischen den 2 Theilen der Hülsen Kalkspathmasse eingedrungen war. Dieselbe wurde sorgfältig untersucht, wobei sich ergab, dass sie aus kleinsten pulverförmigen Theilchen bestand, welchen hier und da noch spiegelnde Spaltkörnchen des Krystalls sich beimengten. An diesen Stellen war auch das Cylinderchen bis ziemlich tief nach Innen in staubartig kleinste Theilchen zerklüftet und besass die Spaltbarkeit nicht, welche die übrige Masse besass.

Von einer Plasticität des Kalkspaths unter dem bezeichneten Drucke ist also hier nicht das Geringste zu sehen; wo die Kalkspathmasse bei diesem grossen Drucke einen Ausweg fand, wurde sie in Pulver zertrümmert und in dieser Form in den Hohlraum hineingepresst, in welchem die einzelnen Bruchstücke (nicht Moleküle) nur durch Adhäsion locker an einander hängen blieben. Nimmt man

den Fall an, es werde solche vertrümmerte und in irgend eine Oeffnung hineingepresste Kalkspathmasse von kalkhaltigem Wasser durchtränkt, wobei sich kohlensaure Kalkerde in den Zwischenräumchen absetzen könnte, so entstände ein allerdings scheinbar in plastischem [35]) Zustande vollzogenes Eindringen von Kalkmasse beispielsweise in die Spalten des Nebengesteins!

Wenn auch diese immerhin rohen Versuche nicht viel beweisen, so lehren sie doch unzweideutig, dass die hauptsächlich zum Aufbau der festen Erdrinde verwendeten Mineralien bei einem immerhin schon sehr ansehnlichen Druck von 22000 Atm. sich nicht plastisch verhalten.

Um nun auch die Wirkung hohen Drucks auf Gestein, d. h. Mineralgemenge kennen zu lernen, wurde zunächst eine Druckprobe an einem äusserst feinkörnigen Gyps (Alabaster) bis 25000 Atm. vorgenommen. Der Gyps nahm nach diesem Drucke ein erdiges statt seines früher feinkrystallinisches Aussehen an, war mürbe, mit der Hand leicht zerbrechlich geworden und zeigte eigenthümliche unebene Bruchfläche, die wie Rutschfläche aussahen, aber keine Streifchen besassen. Bei diesem Versuche war am Boden der Stempelhülse eine kleine Vertiefung von ungefähr 3 mm. Tiefe und 5 mm. Durchmesser. Dieser Raum war nach dem Drucke vollständig von Gypsmasse ausgefüllt, die gleiche Festigkeit zeigte, wie die im Hauptkörper.

Um nähere Vergleiche zu ziehen, wurden Dünnschliffe von dem ursprünglichen Alabaster und von der Masse nach

35) Aehnlich lässt sich auch das oft erwähnte Plastischwerden des Eises bei grossem Druck erklären, wodurch das Eis zunächst zertrümmert und verschoben oder in die Höhlung gepresst wird; gleichzeitig entsteht mit dieser Wirkung des hohen Drucks eine wenn auch geringe Temperaturerhöhung und die Bildung von etwas Wasser, das genügen dürfte, sobald der Druck nachlässt, wieder in Eis überzugehen und die Eisfragmente wieder zu einem scheinbaren Ganzen zu verkitten.

Einwirkung des Drucks hergestellt. U. d. M. sieht man, dass der ursprüngliche Alabaster deutlich aus krystallinisch körnigen kleinen Theilchen und dazwischen eingelagerten grösseren Kryställchen besteht, welche beide wasserhell von regelmässig streifig geordneten trüben pulverförmigen Körperchen begleitet werden. Nach dem Drucke zeigt das Material nichts mehr von diesem regelmässigen Gefüge, die ganze Masse ist fast undurchsichtig, trübe, durchweg aus staubig pulverigen, selten hellen und durchscheinenden Körperchen zusammengesetzt. Statt der schönen Farben des Alabasters vor dem Druck i. p. L. tritt uns jetzt der schwache Schimmer einer bis ins Kleinste gehenden Aggregatfärbung entgegen. Es ist demnach nicht zweifelhaft, dass der Alabaster eine Zertrümmerung in staubartig kleinste Theilchen durch den Druck erlitten hat und dass diese kleinsten Trümmerchen nur mehr durch Adhäsion an einander haften.

Ferner wurde eine der dichtesten Kalkarten, der lithographische Kalk von Solenhofen, einer gleichen Probe unter Anwendung eines Drucks von 26500 Atmosphären unterzogen. Die zum Druck verwendeten Cylinderchen wurden senkrecht zur Schichtenfläche genommen. Bei einer ursprünglichen Länge von 10,2 mm. und in einer zweiten Probe von 9,8 mm. wurde das Material auf 9,5 mm. und 8,7 mm. zusammengedrückt. Die Ungleichheit dieser Zusammendrückbarkeit rührt wahrscheinlich von dem Umstande her, dass in der von früher erwähnten am Boden der Hülse angebrachten Vertiefung in dem einen Falle etwas mehr, in dem andern Falle etwas weniger Material sich einpresste. Der Kalk zeigt nach dem Druck im Allgemeinen auf dem Bruch eine entschieden noch grössere Dicke und eine hellere Farbe, als im ursprünglichen Material und ist ausserdem sehr geneigt, bei dem geringsten Drucke nach zwei Richtungen sich zu zertheilen, einmal in zu der Druckrichtung normalen dünnsten Platten und dann senkrecht darauf d. h. parallel der Druckrichtung

nach zahlreichen Klüftchen, die z. Th. radial, z. Th. vorwaltend quer verlaufen. Seltener sind ausserdem ungefähr radial gestellte Klüftchen bemerkbar, namentlich gegen den Umfang hin. Welche tief greifende Veränderung die Struktur des Kalksteins durch den enormen Druck erlitten hat, lässt sich am Deutlichsten bei dem Befeuchten mit einer farbigen Flüssigkeit ersehen. Während an dem ursprünglichen Kalkstein der Farbstoff nur ganz oberflächlich sich anhängt, wird derselbe von dem gedrückten Material lebhaft aufgesaugt und an den grösseren Rissen rasch, soweit diese reichen, fortgeführt; an der Zwischenmasse, in der man mit unbewaffnetem Auge keine Risse wahrnimmt, vertheilt sich die Farbe wolkenartig ungleich, aber doch beträchtlich weit von der befeuchteten Stelle weg. Es hat also trotz der Compression eine Zersprengung der Masse in kleinste Theilchen stattgefunden.

Am merkwürdigsten verhält sich der Theil der Cylinderchen am Boden, wo ein Einpressen in die kleine konische Höhlung von 2 1/2 mm. Radius und 2 mm. Tiefe stattgefunden hat. Hier ist die Kalksubstanz in der Warzen-förmigen Erhöhung in unendlich dünne Blättchen zersprengt, welche merkwürdiger Weise etwas gebogen schalenförmig mit einer Wölbung nach oben, d. h. nach dem Innern der Hauptmasse und entgegengesetzt nach der Spitze der konischen Form verlaufen. Die Neigung zur schaligen Zerklüftung mit gleicher Wölbungsrichtung macht sich noch auf eine beträchtliche Strecke im Innern des Cylinderchens bemerkbar. Selbst in die feinen Fugen der zusammengesetzten Hülse ist die Kalkmasse vorgedrungen und hier, wie überhaupt an der ganzen Oberfläche hornartig von Aussehen, aber bei nur schwacher Berührung gleichfalls in kleinste Splitterchen theilbar und von Flüssigkeit leicht durchtränkbar. Ich habe diese sehr dichtgepressten, äusserlich hornähnlichen Theilchen besonders sorgfältig unter dem Mikroskop i. p. L. unter-

sucht und gefunden, dass die Substanz ganz so wie die übrige gedrückte Masse feinste Aggregatfarben zeigt, also nicht in amorphen Zustand übergegangen ist.

Dünnschliffe parallel und senkrecht zur Druckrichtung lassen im Vergleiche zu dem ungedrückten Material wenig Verschiedenheiten mit Ausnahme der u. d. M. erkennbaren, zahllosen Risse wahrnehmen. Die Masse erscheint feinkörnig aus rundlichen Körnchen und platten Schüppchen zwischen einzelnen parallelstreifigen Flecken zusammengesetzt. I. p. L. tritt uns eine nicht besonders durch Glanz ausgezeichnete Aggregatfärbung entgegen. Auch an diesem Material, dem Repräsentanten einer der am weitesten verbreiteten Gebirgsbildungen, wurde eine Verschiebung der starren Gesteinstheilchen ohne Bruch und ohne Zertrümmerung bei dem ansehnlichen Druck von 26500 Atm. nicht beobachtet. Mag man nun auch annehmen, dass der Gebirgsdruck, welcher bei der Biegung der Gesteinsbänke wirksam gewesen sei, noch beträchtlich grösser gewesen war, als der bei den oben erwähnten Versuchen, so viel ist doch durch letztere nachgewiesen, dass Mineral- und Gesteinssubstanz verschiedener Art, in andere Form gebracht werden kann, aber nicht ohne eine unendliche Zerstückelung des ursprünglich starren, festen Materials und dass die Verfestigung in der neuen Form nun durch die Aneinanderpressung der Theilchen in Folge von Adhäsion bewirkt wird.

Ich komme zum Schlusse dieser Betrachtung auf die Annahme zurück, dass eine Biegung starrer, fester, nicht durch Wasser erweichbarer Gesteinsmassen o h n e B r u c h thatsächlich weder durch direkte Beobachtung in der Natur, noch durch Versuche nachgewiesen ist, und dass auch zur Erklärung der bisher beobachteten Gesteinsbiegungen und Deformationen im Allgemeinen eine Plasticität starren, festen Gesteinsmaterials anzunehmen nicht nothwendig erscheint.

---

Herr Wilhelm von Bezold sprach:

„Ueber Lichtenberg'sche Figuren und elektrische Ventile."

Vor Kurzem haben die Herren E. Mach und S. Doubrava zwei Abhandlungen veröffentlicht[1]), in welchen sie gegen meine Untersuchungen über Lichtenberg'sche Figuren mehrfache Einwände erhoben, die ich nicht als begründet anerkennen kann. Ich erlaube mir deshalb dieselben hier etwas näher zu beleuchten und zugleich noch einige bisher nicht veröffentlichte Versuche zu beschreiben, welche mir ebenfalls zu Gunsten meiner früher dargelegten Anschauungen zu sprechen scheinen.

Zunächst möchte ich den auf S. 3 der erstgenannten von beiden Herren gemeinschaftlich verfassten Abhandlung gemachten Vorwurf zurückweisen, als sei ich im Grunde genommen nicht über den von Herrn Reitlinger viel früher schon erreichten Standpunkt hinausgegangen. Selbst zugegeben, dass die von mir nach Analogie mit Flüssigkeitsbewegungen versuchte Erklärung[2]) für die Verschiedenheit der

---

1) Sitzungber. d. Wien. Acad. Jahrg. 1879. Abth. II. Sitzung vom 17. Juli; auch in Wiedemann's Ann. Bd. IX S. 61 ff. — ferner: Doubrava, Untersuchungen über d. beid. elektr. Zustände. Prag 1881 (?)

2) Poggdff. Ann. CXLIV S. 538 ff.

beiden Lichtenbergischen Figuren nur als eine Hypothese zu betrachten sei, und als solche wurde sie von mir auch ausdrücklich bezeichnet, so scheint mir doch die Herstellung der mannigfaltigen Figuren durch Combinationen einfacher Funkenentladungen mit Hülfe der Elektrisirmaschine ein nicht unwesentlicher Fortschritt im Vergleiche zu der Anwendung des Inductionsapparates, der in die Einzelheiten der Bildung keinen Einblick gewährt. Desgleichen dürften die consequente Verfolgung aller einzelnen Umstände, welche bei Entstehung dieser Figuren in Betracht kommen können, die nach den verschiedensten Richtungen hin angestellten Messungen, welche die Reitlinger'schen an Genauigkeit weit übertreffen, doch Arbeiten sein, welche unter allen Bedingungen einmal gemacht werden mussten und von jedem, der sich weiter mit diesem Gegenstande beschäftigen will, kaum unberücksichtigt bleiben können.

Dies vorausgeschickt, mögen nun einzelne Einwände einer genaueren Würdigung unterzogen werden.

Um den Leser rasch über meine früher ausgesprochene Ansicht zu orientiren sei bemerkt, dass ich Versuche angestellt habe mit Flüssigkeiten, bei welchen bald eine Bewegung von einem Centrum aus nach der Peripherie bald im umgekehrten Sinne rasch und vorübergehend eingeleitet wurde. Ich bediente mich dazu einer gallertartigen Masse wie man sie durch Aufquellen von Traganth in Wasser erhält. Spritzt man auf die Oberfläche einer solchen Masse Farbe, welche mit Weingeist und Ochsengalle angemacht ist, in ganz feinen Partikelchen und saugt man nun z. B. in einer a. a. O. S. 540 angegebenen Weise etwas von der Oberfläche dieser Flüssigkeit auf, so ordnen sich die Farbtröpfchen strahlenförmig an und man erhält ein Bild, welches der positiven Lichtenberg'schen Figur ausserordentlich ähnlich ist, lässt man dagegen aus dem in feiner Spitze endigenden Röhrchen etwas Flüssigkeit auf die Fläche austreten,

so schiebt diese die Farbpartikelchen vor sich her und die so entstehende Figur zeigt eine kreisrunde Begrenzung ganz ähnlich wie die negative Lichtenberg'sche.

Hiebei macht sich auch bei gleicher Störung des Gleichgewichtes der Grössenunterschied in demselben Sinne geltend, wie bei den Lichtenberg'schen Figuren.

Diese Versuche veranlassten mich zu der Aufstellung der Hypothese, dass man in den Lichtenberg'schen Figuren wesentlich die fixirten Bilder der durch die Entladung hervorgerufenen Bewegungen der Luft oder des Gases vor sich habe.

Herr Mach glaubt die Analogie zwischen diesen beiden Arten von Versuchen als eine sehr äusserliche bezeichnen zu sollen, eine Anschauung, die sich jedoch bei genauerer Betrachtung kaum aufrecht erhalten lässt.

So zeigen z. B. die beiden Arten von positiven Figuren, wenn man diese Bezeichnung anwenden will, die gleiche Art der Abhängigkeit von der Geschwindigkeit mit der ihre Bildung vor sich geht. Erzeugt man die Lichtenberg'schen Figuren unter ausschliesslicher Benutzung guter Leiter, so werden die Strahlen ganz geradlinig, sie verlaufen genau radial. Gerade so, wenn man den Saugversuch in der Flüssigkeit sehr rasch ausführt. Schaltet man bei der Herstellung der Lichtenberg'schen Figur sehr schlechte Leiter in den Schliessungsbogen ein, so krümmen sich die einzelnen Strahlen in höchst auffallender Weise, man erhält jene Figuren, welche Reitlinger mit Seekrabben verglichen hat. Dieselben Verkrümmungen bemerkt man bei der auf der Flüssigkeit gebildeten Figur, wenn das Saugen langsam von statten geht. Das ist doch ein Parallelismus in beiden Gruppen von Erscheinungen, der unwillkührlich auf den Gedanken führen muss, dass man es hier nicht bloss mit einer oberflächlichen Analogie zu thun habe.

Aehnlich verhält es sich, wenn man der Lichtenberg'-

schen Figur während ihrer Bildung Hindernisse in den Weg stellt. Scheidewände aus isolirendem Materiale senkrecht auf die zur Darstellung der Figuren dienende Hartgummiplatte aufgesetzt, weisen den Strahlen der positiven Figuren Wege an, die beinahe genau mit den Stromlinien zusammenfallen, die man in einer Flüssigkeitsplatte beim Saugen nach einer Spitze hin erhält.

Die Figuren 3 und 13 meiner oben citirten Abhandlung lassen dies in sehr anschaulicher Weise erkennen.

Vor Allem aber zeigen diese Figuren, dass die Strahlen der positiven Figur durchaus nicht immer den Kraftlinien entsprechen, da diese durch die aufgestellten Scheidewände keinenfalls in diesem Sinne modificirt werden können.

Ein anderer Einwand, welchen die Herren Mach und Doubrava gegen die Anschauung vorbringen, dass die Lichtenberg'schen Figuren wesentlich durch die Bewegung der Luft bedingt würden, besteht darin, dass die elektrischen Vorgänge, deren Bilder man in diesen Figuren vor sich habe, ungleich rascher sich abspielten, als dies von Luftbewegungen denkbar sei. Ein auf S. 340 meiner oben citirten Abhandlung angeführter Versuch beweist jedoch das Gegentheil, er lehrt vielmehr, dass die Bildung der Lichtenberg'schen Figuren bei Anwendung eines schlecht leitenden Schliessungsbogen sogar sehr langsam vor sich geht.

Dass sie aber auch bei Anwendung guter Leiter wenigstens in Luft von gewöhnlicher Dichte nicht sehr rasch erfolge, ergibt sich daraus, dass es nicht möglich war, durch benachbarte starke Elektromagnete eine andere Krümmung der Strahlen hervorzurufen (a. a. O. S. 534), dass sie mithin elektrodynamischen Einflüssen nicht zugänglich sind, während es leicht möglich ist, ihre Abhängigkeit von elektrostatischen nachzuweisen.

Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass eine solche Einwirkung kräftiger Magnete bei Bildung der Figuren in v e r-

dünnten Gasen wohl merkbar sein wird, da ja die Lichterscheinungen in Geissler'schen Röhren demselben so sehr unterworfen sind. Leider mangelt mir im Augenblicke die Zeit, die Untersuchung nach jener Seite hin auszudehnen.

Alle die bisher berührten Einwände beziehen sich nur auf die von mir entwickelten theoretischen Anschauungen, beziehungsweise Hypothesen. An einer anderen Stelle wird auch die Richtigkeit eines der mitgetheilten Versuche in Zweifel gezogen. Hier handelt es sich jedoch im Wesentlichen um ein Missverständniss.

Es betrifft dies den von mir angestellten Umkehrungsversuch im Charakter der Figuren, auf den ich eben durch die Analogie mit Flüssigkeitsbewegungen geführt worden war. Ich bediente mich dabei eines auf die Ebonitplatte geklebten Stanniolringes, den ich mit dem Zuleiter in Verbindung setzte, während die Ableitung im Centrum oder bei Platten ohne untere Belegung auch unterhalb des Centrums auf der anderen Plattenfläche vorgenommen wurde. Bei jeder dieser Anordnungen ergab sich, dass unter Benutzung des Ringes als Zuleiter für die negative Elektricität die Figur sich verhältnissmässig stark nach innen entwickelte, und einen strahligen Charakter hatte, während die positive kleinere Ausdehnung zeigte und in vielen Fällen vollkommen kreisförmige Begrenzung.

In der ersten von den beiden Herren gemeinschaftlich verfassten Abhandlung wird gegen die Beweiskraft dieses Versuches der Umstand angeführt, dass die Strahlen der negativen Figur, von denen ich gesprochen habe, eigentlich nur als langgestreckte durch die gegenseitige Einwirkung benachbarter Figuren in gewissem Sinne plattgedrückte negative Figuren zu betrachten seien.

Ich kann diesen Einwurf, welcher sich offenbar auf Fig. 11 meiner Abhandlung bezieht, nicht als ganz unberechtigt zurückweisen, aber bleibt er denn auch bei dem

Versuche, wie ihn Fig. 10 der genannten Abhandlung versinnlicht stichhaltig? Und wie es zu erklären, dass bei Anwendung positiver Elektricität, die letztere nur so schwer in's Innere des Ringes sich verbreitet und bei richtig gewählten Schlagweiten in diesem Falle vollkommen kreisrunde Begrenzungen erzielt werden? Mit denselben Schlagweiten, welche bei negativer Elektricität die Figur 10 liefern, erhält man unter Anwendung positiver Elektricität einen einfachen Ring, der nur an Breite den Stanniolring ein wenig übertrifft.

Dieser Versuch ist es, den ich vor allen anderen für die Richtigkeit meiner Anschauungen in Anspruch nehmen möchte.

Die Wiederholung desselben ist jedoch Herrn Doubrava nicht gelungen. Der Grund dafür ist ein sehr einfacher. Erstens hat er nur einen Ring auf die Ebonitplatte gelegt, statt ihn vorsichtig auf dieselbe zu kleben, ein Verfahren, das von vorneherein die Versuche unrein machen musste, vor Allem aber hat er dabei ganz falsche Dimensionen des Ringes in Anwendung gebracht.

Ich benutzte Ringe von etwa 3 Centimeter Durchmesser und Schlagweiten von wenigen Millimetern, Herr Doubrava nimmt einen solchen von 10 Centimeter Durchmesser, während seine Schlagweiten wenigstens der Abbildung nach ungefähr die gleichen gewesen sein dürften. Bei solchen Dimensionen kommt die Krümmung viel zu wenig in Betracht, und erst wenn die Durchmesser der mit Anwendung einfacher Spitze entstehenden Figuren jenem des Ringes gleich werden oder ihn übertreffen, darf man erwarten, die von mir erhaltenen Resultate wieder zu finden.

Gerade durch diese Art der Wiederholung des Experimentes hat Herr Doubrava bewiesen, dass ihm der von mir verfolgte, meinen Versuchen zu Grunde liegende Gedankengang vollkommen fremd geblieben ist.

Nach dem hier Gesagten besteht für mich kein Grund von meiner früheren Anschauung abzugehen, wonach man bei der positiven Lichtenberg'schen Figur unmittelbar an der isolirenden Fläche eine Bewegung von der Peripherie nach der Spitze, mithin nach dem Centrum bei der negativen eine entgegengesetzt gerichtete anzunehmen habe, wenigstens in Luft und ähnlich sich verhaltenden Gasen.

Dagegen ist gerade bei der Bedeutung die diese Hypothese der Luft oder dem Gase beilegt, der Gedanke nicht ausgeschlossen, dass in anderen Körpern, z. B. in Terpentinöl vollkommen andere Verhältnisse obwalten. Mit meiner Anschauung würde übrigens auch das eigenthümliche Verhalten der Holtz'schen Trichterröhren [3]) übereinstimmen. Es sind dies bekanntlich Geissler'sche Röhren, welche im Innern eine Anzahl von Trichtern besitzen, die zu feinen Spitzen ausgezogen und nur an diesen Spitzen mit kleinen Oeffnungen versehen sind.

Werden zwei solche Röhren in der Art verbunden, dass sie einem durchgehenden Strome zwei Wege darbieten, so benutzt derselbe doch nur den einen von beiden, wenn die Richtung der Trichterspitzen in beiden die entgegengesetzte ist, und zwar jenen, bei welchem der positive Strom den Weg von der Spitze jedes einzelnen Trichters zur Basis desselben zu machen hat.

Würde man in einer solch' verzweigten Röhre jene Stellen, wo sonst die Leitungsdrähte eingeschmolzen sind, öffnen und dann hineinblasen, so würde der Luftstrom den anderen Weg benutzen, er würde sich wesentlich durch jene Röhre fortpflanzen, in welcher er die Trichter von der Basis nach der Spitze zu durchlaufen hätte.

---

3) S. Pggdff. Ann. Bd. CXXXIV S. 1 ff. Ib. Bd. CLV S. 643 Wiedem. Ann. Bd. X 336.

Der Luftstrom verhielte sich demnach wie ein von einem negativen Pole ausgehender Entladungsstrom und die Uebereinstimmung zwischen beiden Arten von Erscheinungen wäre auch hier wieder vollkommen hergestellt, wenn man annähme, dass bei dem Entladungsstrome in der Axe der Röhre eine Bewegung der Gastheilchen vom negativen nach dem positiven Pole zu stattfinde.

Die Erscheinungen im galvanischen Lichtbogen sind bekanntlich auch leichter mit dieser Anschauung in Einklang zu bringen.

Solche Betrachtungen veranlassten mich schon vor Jahren auch den sogenannten elektrischen Ventilen Aufmerksamkeit zu schenken und ich beschreibe einige hierauf bezügliche meines Wissens bisher noch nicht veröffentlichte Erscheinungen um so lieber, als ich im Vorhergehenden noch wenig Neues gebracht habe. Denn strenge genommen sind die eben gemachten Darlegungen der Hauptsache nach grösstentheils schon in meinen älteren Abhandlungen enthalten. Aber da sie unbeachtet geblieben oder wenigstens nicht genug gewürdigt worden zu sein scheinen, so war ich gezwungen, dieselben wenn auch in anderer Form und in anderem Zusammenhange noch einmal vorzutragen.

Die eben angedeuteten neuen Versuche, bei welchen ich mich übrigens nur auf die Beschreibung beschränke, sind die folgenden:

Klebt man auf eine Ebonitplatte Staniolstreifen, welche sich gabelförmig verzweigen, und lässt man dieselben abwechselnd in Scheiben oder in einfach abgestumpften Spitzen endigen, so dass immer Scheibe und Spitze einander gegenüber stehen, so stellt das Stanniol die ebene Projection eines Gaugain'schen elektrischen Ventiles dar. Thatsächlich wirkt es auch wie ein solches.

Verbindet man z. B. die beiden aus einem Stamme entsprungenen Zweige A und A′ mit dem positiven Conductor einer Electrisirmaschine, B und B′ mit der Erde, so springt der Funke immer zwischen A und B über. Führt man hingegen den Zweigen A und A′ negative Elektricität zu, während B und B′ mit der Erde verbunden bleiben, so erfolgt das Ueberspringen immer zwischen A′ und B′ genau wie beim Gaugain'schen Ventile, wo auch der Uebergang stets so eintritt, dass die positive Elektricität von der kleinen Kugel zur grossen übergeht.

Fig. 1.



Zugleich aber entstehen auf der Ebonitplatte bei Bestäuben Figuren, die den Lichtenberg'schen verwandt sind.

In Fig. 1 sind diese Figuren in halber natürlicher Grösse dargestellt, wie man sie erhält, wenn A und A′ mit dem positiven Conductor, B und B′ mit der Erde in Verbindung ist. Hiebei legt sich zunächst bei Bestäuben mit dem bekannten Gemische von Schwefel und Mennige der Schwefel auf A und A′, die Mennige auf B und B′ nieder. Zugleich bilden sich die eigenthümlichen der positiven Figur eigenen Strahlen. Der Farbenunterschied zwischen Schwefel und Mennige ist in der Figur durch den helleren oder tieferen Ton versinnlicht.

Es ist sehr merkwürdig, dass diese Strahlen-

figur vorzugsweise an jener Stelle sich ausbildet, wo kein Funke zu Stande kommt, während sie sich an der eigentlichen Funkenstrecke zwischen A und B nur in verkümmerter Weise entwickelt.

Aehnlich verhält es sich bei der negativen Entladung, auch dort tritt die der Lichtenberg'schen analoge Figur vorzugsweise an jener Stelle auf, wo der Funke nicht überspringt.

Es scheint also dass Funke und Lichtenberg'sche Figur hier gewissermassen eine stellvertretende Rolle spielen.

Bei Anwendung negativer Elektricität sind die entstehenden Figuren höchst unscheinbar, nichts destoweniger aber sehr mannigfaltig. Während sie häufig eine blosse Umränderung bilden mit den charakteristischen abgerundeten Hervorragungen, so treten in anderen Fällen auch streifige Figuren auf.

Fig. 2.



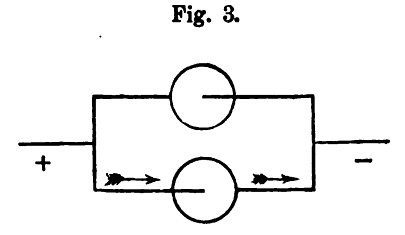
Eine solche streifige Figur ist in Fig. 2 abgebildet, wo die Stanniolbelegungen nicht zu einem Ventile angeordnet waren, sondern nur ein abgerundeter Streifen einer in ein Scheibchen endigenden Belegung gegenüber stand, und ersterer mit dem negativen Conductor beziehungsweise mit dem Funkenmikrometer, das Scheibchen aber mit der Erde in Verbindung stand, so dass der Funke gezwungen wurde, einen Weg zu nehmen, den er im Ventile nicht einschlagen würde.

Man kann übrigens auch noch in anderer Weise elektrische Ventile mit Hülfe von Stanniolbelegungen auf isolirenden Platten herstellen.

Klebt man z. B. zwei Stanniolringe auf eine solche und stellt man durch vier aufgesetzte Nadeln, von denen die einen auf den Ringen, die andern auf den Centren der Ringe

aufsitzen, eine Verbindung der Art her, dass ein Ring und ein centraler Zuleiter mit dem einen Conductor der Elektrisirmaschine, das andere Paar mit dem anderen oder mit der Erde verbunden ist, so springt der Funke nur zwischen einem Zuleiter und dem entsprechenden Ringe über und zwar immer so, dass die positive Elektricität vom Centrum zum Ringe geht. Die eben beschriebene Anordnung wird durch das Schema Fig. 3 versinnlicht.

Fig. 3.




Von einer eingehenderen Untersuchung der eben geschilderten Erscheinungen muss ich leider vorerst absehen, da meine Zeit anderweitig zu sehr in Anspruch genommen ist; ich würde mich freuen, wenn sie vielleicht von anderer Seite her aufgenommen und weiter verfolgt würden.

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juni 1880.

Herr G. Bauer sprach:

## „Ueber eine Eigenschaft des geradlinigen Hyperboloids."

In einem der letzterschienenen Hefte des Crelle'schen Journals[1]) betrachtet Herr H. Vogt das besondere Hyperboloid, welches drei zu einander normale Erzeugende und mithin auch unendlich viele Tripel von Normalstrahlen enthält. Herr Vogt nennt dieses Hyperboloid ein „gleichseitiges" und beweist von demselben u. A. den Satz: Drei Normalstrahlen aus einer Regelschaar entnommen und die drei zu ihnen parallelen Strahlen der andern Regelschaar bestimmen ein rechtwinkliges Parallelepiped von constantem Volumen. Versucht man diesen Satz auf das allgemeine Hyperboloid zu übertragen, so gelangt man zu einem durch seine Einfachheit überraschenden Resultat.

Sei U ein geradliniges Hyperboloid, V eine andere Fläche 2. Ordnung, so erzeugen dieselben auf der unendlich entfernten Ebene zwei Kegelschnitte u und v. Enthält u ein Dreieck eingeschrieben, das zu v conjugirt ist, so gibt es nach einem bekannten Satze unendlich viele Dreiecke, die zu v conjugirt und u eingeschrieben sind; oder also: Enthält

1) Bd. 86 (1879) S. 297.

ein Kegel 2. Ordnung (Asymptotenkegel von U) drei Gerade, welche conjugirte Durchmesser einer andern concentrischen Fläche 2. Ordnung V sind, so gibt es unendlich viele Tripel solcher Geraden auf dem Kegel und zwar einfach unendlich viele; jede Erzeugende des Kegels ist Gerade eines solchen Tripels. Da nun die Geraden der einen und der andern Kegelschaar eines Hyperboloids zu den Erzeugenden des Asymptotenkegels parallel sind, so folgt: Enthält das Hyperboloid U drei Gerade einer Schaar, die zu drei conjugirten Durchmessern einer andern Fläche V parallel sind, so enthält das Hyperboloid unendlich viele solche Tripel, d. h. alle Geraden der einen Schaar (und der andern) lassen sich in solche Tripel zusammenfassen. Ein Tripel der einen Schaar und das ihm parallele der andern Schaar bilden sechs Kanten eines durch sie bestimmten Parallelepipeds.

Ist V eine Kugel, so ist U ein „gleichseitiges" Hyperboloid. Nun können wir aber ein solches Hyperboloid durch affine Transformation in irgend ein anderes geradliniges Hyperboloid überführen. Parallele Gerade des Hyperboloids transformiren sich hiebei wieder in parallele Gerade des neuen Hyperboloids und ein Tripel von Normalstrahlen transformirt sich in ein Tripel von Strahlen parallel zu einem Tripel conjugirter Durchmesser der aus V transformirten Fläche. Da bei dieser Transformation das Verhältniss der Volumina sich erhält, so folgt nach dem Satze von Herrn Vogt: Sind drei Gerade auf einem beliebigen Hyperboloid U parallel zu drei conjugirten Durchmessern einer Fläche V, so lassen sich die Geraden einer Regelschaar auf U in solche Tripel zusammenfassen, welche zu je drei conjugirten Durchmessern von V parallel sind; jedes solche Tripel von Geraden und die ihm parallelen der andern Schaar bilden sechs Kanten eines Parallelepipeds von constantem Volumen.

Nun ist aber zu bemerken, dass zu einem und demselben Dreieck ein ganzes Netz von Kegelschnitten v gehört, welche das Dreieck zum Polardreieck haben. Wählt man zwei beliebige Dreiecke, die einem Kegelschnitt eingeschrieben sind, so lassen sich dieselben immer als conjugirte Dreiecke eines bestimmten Kegelschnitts betrachten [2]). Zwei beliebige Tripel von Erzeugenden eines Kegels können mithin angesehen werden als zwei Tripel conjugirter Durchmesser einer bestimmten concentrischen Fläche 2. Ordnung und es sind also auch zwei beliebige Tripel von Erzeugenden einer Regelschaar auf einem Hyperboloid parallel zu zwei Tripel conjugirter Durchmesser einer Fläche 2. Ordnung; dann sind zugleich einfach unendlich viele solche Tripel in der Regelschaar des Hyperboloids enthalten.

Diess in Verbindung mit dem vorigen Satze ergibt, dass, wenn wir zwei beliebige Tripel einer Regelschaar wählen, jedes dieser Tripel mit den Parallelen der andern Schaar ein Parallelepiped von constantem Volumen bilden. Wir gelangen so zu dem ebenso einfachen als allgemeinen Satze, welcher auffallender Weise bisher nicht bemerkt worden zu sein scheint, nämlich:

Irgend drei Gerade einer Regelschaar auf einem beliebigen Hyperboloid und die drei zu ihnen Parallelen der andern Schaar bestimmen ein Parallelepiped von constantem Volumen.

Diese Eigenschaft kommt also nicht nur dem speciellen gleichseitigen Hyperboloid und auf diesem bestimmten Tripeln von Geraden zu, sondern gilt allgemein für jedes Hyperboloid und irgend drei Geraden auf demselben.

Dieses Resultat lässt sich leicht analytisch bewahrheiten. Ist

---

2) Chasles, Sect. con. Nr. 216. S. 141.

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1 \tag{1}$$

die Gleichung des Hyperboloids,

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{a} - \frac{z}{c} &= \lambda\left(1 - \frac{y}{b}\right) \\ \frac{x}{a} + \frac{z}{c} &= \frac{1}{\lambda}\left(1 + \frac{y}{b}\right) \end{aligned}\right\} I \qquad \left.\begin{aligned} \frac{x}{a} - \frac{z}{c} &= \mu\left(1 + \frac{y}{b}\right) \\ \frac{x}{a} + \frac{z}{c} &= \frac{1}{\mu}\left(1 - \frac{y}{b}\right) \end{aligned}\right\} II$$

die Gleichungen der beiden Regelschaaren auf demselben, so ergeben sich für den Durchschnittspunkt einer Geraden $\lambda$ mit einer Geraden $\mu$ die Coordinaten

$$x = a \cdot \frac{\lambda\mu + 1}{\lambda + \mu}, \quad y = b\frac{\lambda - \mu}{\lambda + \mu}, \quad z = -c \cdot \frac{\lambda\mu - 1}{\lambda + \mu}.$$

Betrachten wir nun irgend ein windschiefes Viereck auf dem Hyperboloid, gebildet von den 4 Geraden $\lambda_1$, $\mu_2$, $\lambda_3$, $\mu_4$, (die Geraden der einen und der andern Schaar sind hier durch ihre Paramater bezeichnet), und sind A, B, C, D die Durchschnittspunkte je zwei aufeinanderfolgender dieser Geraden, O der Mittelpunkt des Hyperboloids, so ist das Volumen des Tetraeders O A B D

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{abc}{(\lambda_1 + \mu_2)(\mu_2 + \lambda_3)(\lambda_1 + \mu_4)} \begin{vmatrix} \lambda_1\mu_2 + 1 & \lambda_1 - \mu_2 & \lambda_1\mu_2 - 1 \\ \lambda_3\mu_2 + 1 & \lambda_3 - \mu_2 & \lambda_3\mu_2 - 1 \\ \lambda_1\mu_4 + 1 & \lambda_1 - \mu_4 & \lambda_1\mu_4 - 1 \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{3} abc \cdot \frac{(\mu_2 - \mu_4)(\lambda_1 - \lambda_3)}{(\lambda_3 + \mu_2)(\lambda_1 + \mu_4)} \tag{2}$$

Die Bedingung, dass eine Gerade $\mu$ der Geraden $\lambda$ der andern Schaar parallel sei, ist

$$\mu = -\lambda.$$

Sind mithin $\lambda_3$ und $\mu_4$ zwei parallele Gerade, so ist das Volumen des Tetraeders $= \frac{1}{3}$ abc. Also: das Volumen

des Tetraeders gebildet von dem Mittelpunkt O, dem Durchschnitt irgend zweier Geraden $\lambda$, $\mu$ und den 2 Punkten, wo diese zwei Geraden von irgend zwei zu einander parallelen Geraden des Hyperboloids geschnitten werden, ist constant $= \frac{1}{3}\,a\,b\,c$.

Das Parallelepiped gebildet von irgend drei Geraden $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$ und ihren Parallelen der andern Schaar zerlegt sich in Tetraeder dieser Art und ihnen an Volumen gleiche, so dass das Volumen eines solchen Parallelepipeds

$$= 4\,a\,b\,c$$

sich ergibt.

Nebenbei zeigt die Formel 2), dass das Volumen des Tetraeders O A B D nur abhängt von dem Doppelverhältniss der vier Parameter $\lambda_1$, $-\mu_2$, $\lambda_3$, $-\mu_4$. Sind mithin $\lambda_2$ und $\lambda_4$ die Parameter, der zu den Geraden $\mu_2$ und $\mu_4$ Parallelen der andern Schaar, so hängt das Volumen des Tetraeders nur von dem Doppelverhältniss der vier Geraden $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ ab, d. i. von der Grösse $\frac{\lambda_1 - \lambda_3}{\lambda_1 - \lambda_4} : \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_2 - \lambda_4}$, die wir mit k bezeichnen wollen. Da sich der Werth dieses Doppelverhältnisses nicht ändert, wenn man $\lambda_1$, $\lambda_2$ mit $\lambda_3$, $\lambda_4$ vertauscht, so ersieht man, dass das Tetraeder O C B D das gleiche Volumen besitzt, also

$$\text{Tetr. } O\,A\,B\,D = \text{Tetr. } O\,C\,B\,D = \frac{1}{3}\,a\,b\,c\,.\,k.$$

Hält man die beiden Geraden $\lambda_1$, $\mu_2$ fest, und ändert $\lambda_3$, $\mu_4$, so verrücken sich die Punkte B, D auf $\lambda_1$ und $\mu_2$, aber die zwei Tetraeder bleiben sich dem Volumen nach gleich, wie weit auch der Durchschnitt C von $\lambda_3$ und $\mu_4$ hinausrücke. Hiebei ist zu bemerken, dass wenn C ins Unendliche rückt, indem die zwei Geraden $\lambda_3$, $\mu_4$ parallel werden, zu-

gleich die Ebene der zwei Geraden durch den Mittelpunkt O geht, so dass das Volumen des Tetraeders O C B D in diesem Grenzfall den Ausdruck $o \cdot \infty$ annimmt; während die Grenze, welcher sich die Volumina der beiden Tetraeder hiebei nähern, $= \frac{1}{3}$ a b c ist, indem k = 1 wird.

Die beiden Tetraeder O A B C und O A D C sind ebenfalls gleich, aber der Anordnung der Geraden entsprechen hier die gleichen Doppelverhältnisse $(\lambda_1 \lambda_4 \lambda_3 \lambda_2)$ und $(\lambda_3 \lambda_2 \lambda_1 \lambda_4)$, deren Werth $= -\frac{k}{1-k}$ ist. Man hat also

$$\text{Tetr. } OABC = \text{Tetr. } OADC = -\frac{1}{3}\, abc \frac{k}{1-k}$$

Hieraus ergibt sich sodann auch das Volumen des Tetraeders A B C D selbst, das von vier beliebigen Geraden des Hyperboloids bestimmt wird, nämlich

$$\text{Tetr. } ABCD = \frac{2}{3}\, abc \left(k - \frac{k}{1-k}\right)$$

$$= -\frac{2}{3}\, abc \frac{k^2}{1-k}$$

Dieser Ausdruck ändert sich nicht, ob man die Geraden des Vierecks in der einen oder der entgegengesetzten Richtung zählt, da bei Umkehr der Richtung nur k in $-\frac{k}{1-k}$ übergeht.

Sind die vier Geraden $\lambda_1$, $\lambda_2$, $\lambda_3$, $\lambda_4$ harmonisch, also $k = -1$, so hat auch dieses Tetraeder das Volumen $= \frac{1}{3}$ a b c.

---

## Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II.

am 28. Juli 1880.

### Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung am 23. Juni 1880 vorgenommene Wahl neuer Mitglieder erhielt die Allerhöchste Bestätigung und zwar:

A. Als Ausserordentliches Mitglied:

Dr. Emil Fischer, ausserordentlicher Professor an der Universität München.

B. Als Auswärtige Mitglieder:

1) Dr. Moriz Stern, ordentlicher Professor an der Universität Göttingen;
2) Wilhelm Gottlieb Hankel, ordentlicher Professor an der Universität Leipzig;
3) Gustav Wiedemann, ordentlicher Professor an der Universität Leipzig;
4) Dr. Julius von Sachs, ordentlicher Professor an der Universität Würzburg;
5) William Thomson, Professor in Edinburgh.

C. Korrespondirende Mitglieder:

1) Dr. Leo Königsberger, ordentlicher Professor an der Universität Wien;
2) Dr. Wilhelm Pfeffer, Professor in Tübingen;
3) Dr. Simon Schwendener, Professor in Berlin;
4) Dr. Eduard Suess, Professor an der Universität Wien

---

## Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

---

*Von der Redaktion des Archivs der Mathematik in Greifswald:*

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 65. Leipzig 1880. 8°.

*Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:*

Verhandlungen. Bd. 29. Jahrg. 1879. 1880. 8°.

*Vom astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam:*

Publicationen. Bd. I. 1879. 4°.

*Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern:*

Mittheilungen aus dem Jahr 1878 und 1879. 1879—80. 8°.

*Von der schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:*

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Jahrg. 1878 und 1879 mit Suppl. 1879. 8°.

*Vom naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. technischen Hochschule in Wien:*

Berichte. IV. 1879. 8°.

*Von der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:*

Berichte über die Verhandlungen. Mathem.-physik. Cl. 1879. 1880. 8⁰.

*Von der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat:*

Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. I. Serie. Bd. VIII. Lief. 4. 1879. 8⁰.

*Vom Verein der Mathematiker und Physiker in Prag:*

Casopis. Vol. IX. 1879—80. 8⁰.

*Von der Société des sciences de la Basse-Alsace in Strassburg:*

Bulletin trimestriel. Tom. XIV. 8⁰.

*Von der Videnskabs-Selskab in Christiania:*

a. Enumeratio insectorum Norvegicorum fasc. V auctore H. Siebke defuncto ed J. Sparre Schneider. Pars. I. 1880. 8⁰.

b. Bidrag til kundskaben om Norges arktiske Fauna. I. Molluska. Af G. O. Sars. 1878. 8⁰.

*Von der American Geographical Society in New-York:*

Bulletin. 1880. 1879—80. 8⁰.

*Vom Observatoire météorologique in Upsala:*

Bulletin mensuel. Vol. XI. Année 1879. 1879—80. 4⁰.

*Vom Departement of the Interior in Washington:*

11th annual Report of the U. S. Geological Survey for the year 1877. 1879. 8⁰.

*Von der Società dei Naturalisti in Modena:*

Annuario. Anno XIV. disp. 1 e 2. 1880. 8⁰.

*Von der R. Accademia dei Lincei in Rom:*

Atti. Anno 276. 1878—79. Memorie. Classe di scienze fisiche. Vol. 3. 4. 1879. 4°.

*Von der Société d'agriculture in Lyon:*

Annales. V. Serie. 1878. Mit einem Atlas in folio. 1878 bis 80. 8°.

*Von der Société Linnéenne in Lyon:*

Annales. Année 1877. 1878. Tom. 24. 25. 1878. 8°.

*Von der Académie des sciences in Lyon:*

a. Mémoires. Classe des Sciences. Tom. 23. 1878—79. 8°.
b. Réforme de la Nomenclature botanique par Saint-Lager. 1880. 8°.

*Von der Royal Institution of Great Britain in London:*

Proceedings. Vol. IX. 1879. 8°.

*Von der zoologischen Station in Neapel:*

Mittheilungen. Bd. II. Leipzig. 1880. 8°.

*Von der Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:*

Report on the Administration in 1878—79. 1879. fol.

*Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:*

Meteorological Registers. Febr. & March 1879. 1880. fol.

*Vom Herrn Giuseppe Poggioli in Rom:*

Lavori in opera di scienze naturali del già Professore Michelangelo Poggioli. 1880. 8°.

*Von der Madame P. Marquise de Colbert Chabanais à Paris:*

Oeuvres complètes de Laplace. Vol. I—III. 1878. 4°.

# Sach-Register.

---

# Namen-Register.





